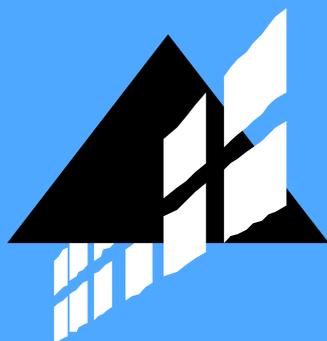
Manual de Utilização PO3047/PO3147 PO3247 UCPs Série PONTO

MU209108

Rev. B-06/2007

Cód. Doc.: 6209-108.5

Nenhuma parte deste documento pode ser copiada ou reproduzida sem o consentimento prévio e por escrito da Altus Sistemas de Informática S.A., que se reserva o direito de efetuar alterações sem prévio comunicado.

Conforme o Código de Defesa do Consumidor vigente no Brasil, informamos a seguir, aos clientes que utilizam nossos produtos, aspectos relacionados com a segurança de pessoas e instalações.

Os equipamentos de automação industrial fabricados pela Altus são robustos e confiáveis devido ao rígido controle de qualidade a que são submetidos. No entanto, equipamentos eletrônicos de controle industrial (controladores programáveis, comandos numéricos, etc.) podem causar danos às máquinas ou processos por eles controlados em caso de defeito em suas partes e peças ou de erros de programação ou instalação, podendo inclusive colocar em risco vidas humanas.

O usuário deve analisar as possíveis conseqüências destes defeitos e providenciar instalações adicionais externas de segurança que, em caso de necessidade, sirvam para preservar a segurança do sistema, principalmente nos casos da instalação inicial e de testes.

É imprescindível a leitura completa dos manuais e/ou características técnicas do produto antes da instalação ou utilização do mesmo.

A Altus garante os seus equipamentos conforme descrito nas Condições Gerais de Fornecimento, anexada às propostas comerciais.

A Altus garante que seus equipamentos funcionam de acordo com as descrições contidas explicitamente em seus manuais e/ou características técnicas, não garantindo a satisfação de algum tipo particular de aplicação dos equipamentos.

A Altus desconsiderará qualquer outra garantia, direta ou implícita, principalmente quando se tratar de fornecimento de terceiros.

Pedidos de informações adicionais sobre o fornecimento e/ou características dos equipamentos e serviços Altus devem ser feitos por escrito. A Altus não se responsabiliza por informações fornecidas sobre seus equipamentos sem registro formal.

DIREITOS AUTORAIS

Sumário

1. INTRODUÇÃO ... 1

Documentos Relacionados a este Manual ... 2
Inspeção Visual ... 2
Suporte Técnico ... 3
Mensagens de Advertência Utilizadas neste Manual ... 3

2. DESCRIÇÃO TÉCNICA ... 4

Painéis e Conexões ... 4
Características Técnicas ... 7
Barramento Local ... 9
Varredura de E/S Rápida ... 9
Diagnóstico de Módulos ... 9
Diagnóstico do Sistema do Controlador Programável (CP) ... 9
Parametrização ... 9
Características de Software ... 10
Software Executivo ... 10
Operandos Ponto Flutuante ... 11
Operandos Inteiro ... 12
Diretório de Módulos ... 12
Zeramento de Operandos Retentivos ... 12
Monitoração de Lógica ... 12
MasterTool ProPonto - MT6000 ... 13
MasterTool Extended Edition – MT8000 ... 13
Modos de Operação ... 13
Modo Inicialização ... 14
Modo Execução ... 14
Modo Ciclado ... 14
Modo Programação ... 15
Modo Erro ... 15
Estados de operação da Redundância (Somente para PO3247) ... 15
Estado Desconfigurado ... 15
Estado Primário ... 15
Estado Backup ... 15
Transições de estado da redundância ... 16
Fluxo de Operação dos Módulos no CP ... 16
Canais Seriais ... 18
Exemplo de Configuração dos Canais Seriais ... 18
Exemplo de uma Arquitetura Utilizando Rede MODBUS ... 19
Sinais de Modem ... 20
UCPs da Série PO3x47 e o Sistema de E/S ... 22
Arquitetura Interna ... 24
Processador ... 24
Controle do Barramento Ponto ... 25
Mapa de Memórias ... 25
Interfaces de Comunicação ... 26
Relógio de Tempo Real ... 26
Sistemas de Proteção ... 26
Cão-de-guarda ... 26

Proteção contra Falta de Energia 26
Bateria 26
Desempenho das UCPs........ 27
Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local........ 27
Tempo do Sistema Operacional........ 29
Aplicação do Usuário........ 30
Ladder de interrupção (E018 e E020) 32
Tempo de Processamento da Redundância........ 32
Processamento de Interrupções........ 34
Interrupção de Tempo (E018)........ 34
Interrupção Externa (E020) 34
Interrupção Serial........ 35
Alimentação........ 35
Dimensões Físicas........ 35
Dados para Compra........ 36
Produtos Relacionados........ 36

3. CONFIGURAÇÃO 39

Operandos de E/S e de Diagnósticos........ 39
Troca a Quente........ 40
Troca a Quente Desabilitada........ 40
Troca a Quente Habilitada com Consistência na Partida........ 41
Troca a Quente Habilitada sem Consistência na Partida........ 41
Como realizar a Troca a Quente........ 41
Canal Serial Principal - COM1........ 42
Instalação do Driver USB........ 42
Canais Seriais Auxiliares - COM2 e COM3........ 44
ALNET I Escravo........ 45
MODBUS RTU Escravo 45
Relações do MODBUS Escravo 45
Fluxo de Operação do MODBUS Escravo........ 47
Tempo de Resposta do MODBUS Escravo........ 47
MODBUS RTU Mestre........ 48
Parâmetros Gerais do Protocolo MODBUS Mestre........ 49
Campos a serem Configurados na Construção de Relações 50
Configuração das Relações Genéricas........ 53
Fluxo de Operação do Mestre........ 56
Relógio Calendário de Tempo Real........ 56
Configuração do relógio........ 57
Conversão de Código AL-2004/PX2004/PO3x45/PO3x42/GR3xx para PO3x47........ 59
Conversão de Código Outras UCPs para PO3x47 59
Instruções Inválidas para UCPs PO3x47........ 60
Configuração da Interrupção Externa 60
Idioma das Mensagens do Visor 61
Configuração da Redundância de UCP (Somente para PO3247)........ 62
Redundância de UCP 62
Barramento Redundante........ 64
Relações Redundantes........ 64
Carregando as Configurações Redundantes........ 67

4. INSTALAÇÃO........ 68

Instalação Mecânica........ 68
Montagem dos Trilhos........ 68
Montagem das Bases........ 68

Alimentação ... **70**
Rede RS-485 (COM2) ... **71**
Instalação da UCP Redundante ... **72**

5. PROGRAMAÇÃO INICIAL ... **74**

Antes de Iniciar ... **75**
Conexão Serial ... **75**
Configuração do Canal Serial ... 76
Como Iniciar? ... **77**

6. MANUTENÇÃO ... **81**

Diagnósticos ... **81**
Diagnósticos via Painel ... 81
Diagnósticos via Operandos ... 82
Diagnósticos de Redundância (somente para PO3247) ... 90
Outras Situações de Erro ... 93
Mensagens de Sistema ... 93
Mensagens de Executivo ... 96
Call Stack ... 99
Troca da Bateria ... **102**
Manutenção Preventiva ... **103**

7. APLICAÇÕES ESPECIAIS COM SERIAL RS-232 ... **104**

Pinagem dos Conectores ... **104**
Handshake de Hardware RTS/CTS em Modems Rádio ... **104**
Handshake de Hardware RTS/CTS em Conversores RS-485 ... **106**
Verificação de Conexão em Modems de Linha Discada ... **107**
Discagem com DTR em Modems de Linha Discada ... **108**

8. GLOSSÁRIO ... **109**

Revisões deste Manual ... **112**

1. Introdução

As unidades centrais de processamento (UCPs) PO3047, PO3147 e PO3247, que compõe a série PO3x47 integrantes da Série Ponto de controladores programáveis Altus, tem como principal foco de aplicação o controle de processos, manufatura e automação predial. Assim como todas as demais UCPs da Série Ponto, estas se caracterizam por uma altíssima integração de funções, programação on-line, alta capacidade de memória, vários canais seriais integrados e capacidade de troca a quente. Ainda, possuem três interfaces seriais para as funções de programação, interface homem-máquina (IHM) local e integração a redes MODBUS, também permitem ser conectadas a rede Ethernet para supervisão ou controle,.

Os modelos PO3147 e PO3247 executam funções de mestre PROFIBUS, sendo que a última ainda possui um servidor de páginas HTML.

Os equipamentos de campo são conectados diretamente aos bornes dos módulos da Série Ponto, criando sistemas compactos de controle e supervisão. As UCPs possuem capacidade de até 960 pontos de E/S digitais e 240 pontos analógicos, no barramento local.

Ao utilizar uma rede de campo as capacidades de pontos de E/S são ampliadas, sendo que as limitações dependem do tipo de rede adotada e das características de cada uma das redes.

Figura 1-1. UCP PO3047

As UCPs da série PO3x47 apresentam as seguintes características principais:

- Acesso direto até 30 módulos através do barramento da Série Ponto
- Capacidade de controle de até 960 pontos de E/S digitais e 240 pontos analógicos no barramento local
- Capacidade de controle de até 4096 pontos de E/S em operandos digitais utilizando redes de campo*
- Alta velocidade de processamento, adequada a sistemas de grande porte
- Coprocessador aritmético em hardware.
- Conectividade a barramentos de campo PROFIBUS através de Interface de Rede PROFIBUS-DP Mestre

- 1 canal serial USB utilizado para programação da UCP
- 1 canal serial RS-232, com protocolos configuráveis e programáveis, inclusive MODBUS mestre ou escravo
- 1 canal serial RS-485 isolado, com protocolos configuráveis e programáveis, inclusive MODBUS mestre ou escravo
- Grande capacidade de memória Flash: até 1 Mbyte para programa aplicativo
- Compatível com a Interface de Rede PROFIBUS-DP Mestre *
- Conectividade com rede Ethernet
- Característica de WebServer **
- Redundância de UCP no barramento local**
- Disponibiliza diagnóstico e estado de operação local via visor alfanumérico no painel
- Tecla para seleção de diagnóstico
- Diagnóstico da operação via operandos
- Suporte a arquitetura PROFIBUS-DP Redundante*
- Operando Ponto Flutuante (%F)
- Operando Inteiro (%I) 32 bits com sinal
- Etiqueta no painel para identificação do equipamento
- Log de eventos
- Monitoração de lógicas em tempo de execução
- Fonte de alimentação interna de + 24 Vdc, com capacidade de 700mA para módulos de E/S (para módulos que totalizam mais de 700mA é necessário fonte adicional)

* Somente para os modelos PO3147 e PO3247
** Somente para o modelo PO3247

Documentos Relacionados a este Manual

Para obter informações adicionais sobre a Série Ponto, devem ser consultados também os seguintes documentos (disponíveis em www.altus.com.br):

- Característica Técnica (CT) do produto – CT109108
- Características e Configuração da Série Ponto – CT109000
- Manual de Utilização da Série Ponto – MU209000
- MasterTool Programming - Manual de Programação da Série Ponto – MP399101
- MasterTool Extended Edition - Manual de Utilização – MU299604
- Manual de Utilização MT6000 MasterTool ProPonto – MU299040

Inspeção Visual

Antes de proceder à instalação, é recomendável fazer uma inspeção visual cuidadosa dos equipamentos, verificando se não há danos causados pelo transporte. Verifique se todos os componentes de seu pedido estão em perfeito estado. Em caso de defeitos, informe a companhia transportadora e o representante ou distribuidor Altus mais próximo.

A embalagem do produto contém os seguintes itens:

- UCP PO3047 ou PO3147 ou PO3247
- Guia de instalação

CUIDADO:
Antes de retirar os módulos da embalagem, é importante descarregar eventuais potenciais estáticos acumulados no corpo. Para isso, toque (com as mãos nuas) em uma superfície metálica aterrada qualquer antes de manipular os módulos. Tal procedimento garante que os níveis de eletricidade estática suportados pelo módulo não serão ultrapassados.

É importante registrar o número de série de cada equipamento recebido, bem como as revisões de software, se for o caso. Essas informações serão necessárias em um eventual contato com o Suporte Técnico da Altus.

Suporte Técnico

Para entrar em contato com o Suporte Técnico da Altus em São Leopoldo, RS, ligue para (0xx51) 3589-9500. Para conhecer os centros de Suporte Técnico da Altus disponíveis em outras localidades, consulte nosso site (www.altus.com.br) ou envie um e-mail para altus@altus.com.br.

Se o equipamento já estiver instalado, tenha em mãos as seguintes informações ao solicitar assistência:

- os modelos dos equipamentos utilizados e a configuração do sistema instalado
- o número de série da UCP
- a revisão do equipamento e a versão do software executivo, constantes na etiqueta afixada na lateral do produto
- informações sobre o modo de operação da UCP, obtidas através do programador MasterTool Extended Edition
- o conteúdo do programa aplicativo (módulos), obtido através do programador MasterTool Extended Edition
- a versão do programador utilizado

Mensagens de Advertência Utilizadas neste Manual

Neste manual, as mensagens de advertência apresentarão os seguintes formatos e significados:

PERIGO:
Relatam causas potenciais, que se não observadas, *levam* a danos à integridade física e saúde, patrimônio, meio ambiente e perda da produção.

CUIDADO:
Relatam detalhes de configuração, aplicação e instalação que *devem* ser seguidos para evitar condições que possam levar a falha do sistema e suas conseqüências relacionadas.

ATENÇÃO:
Indicam detalhes importantes de configuração, aplicação ou instalação para obtenção da máxima performance operacional do sistema.

2. Descrição Técnica

Este capítulo apresenta todas as características técnicas das UCPs PO3x47.

Painéis e Conexões

Os painéis frontais das UCPs PO3x47 são mostrados a seguir.

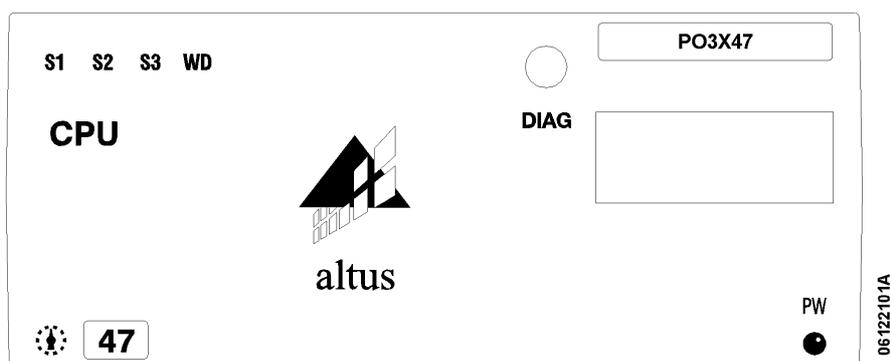



Figura 2-1. Painéis das UCPs PO3x47

Como pode-se observar nos desenhos, a parte superior dos painéis apresenta quatro LEDs, onde deles indica o estado de watchdog da UCP, e três indicam as atividades de comunicação dos canais seriais COM1, COM2 e COM3.

LED	Estado	Significado
S1	Serial 1	Indica atividade no canal serial 1(COM1). Normalmente permanece desligado. Quando algum dado é transmitido ou recebido pelo canal o LED permanece piscando para indicar atividade.
S2	Serial 2	Indica atividade no canal serial 2(COM2). Normalmente permanece desligado. Quando algum dado é transmitido ou recebido pelo canal o LED permanece piscando para indicar atividade.
S3	Serial 3	Indica atividade no canal serial 3(COM3). Normalmente permanece desligado. Quando algum dado é transmitido ou recebido pelo canal o LED permanece piscando para indicar atividade.
WD	Watchdog	Indica que o circuito de cão-de-guarda está acionado. Este circuito monitora continuamente a execução do microcontrolador principal da UCP, desabilitando-o em caso de falhas.

Tabela 2-1. Descrição dos LEDs do painel

O visor alfanumérico possui quatro caracteres e é utilizado para exibir o estado de operação da UCP e os diagnósticos. Os dois caracteres a esquerda (C1 e C2) indicam o estado de operação e os outros dois (C3 e C4) a existência ou não de diagnóstico. Maiores detalhes podem ser vistos na capítulo Manutenção - Diagnósticos via Painel.

Figura 2-2 mostra mostra a disposição dos caracteres do visor no painel frontal das UCPs PO3x47.

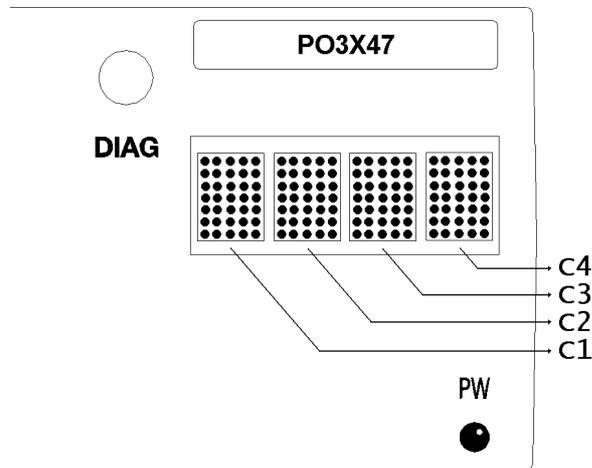



Figura 2-2. Caracteres do visor

A Tabela 2-2 mostra os estados possíveis para o visor alfanumérico.

Visor					
C1	**C2**	**C3**	**C4**	**Estado**	**Significado**
E	**X**	**x**	**x**	Execução	Indica que a UCP está executando o programa aplicativo corretamente. Normalmente, neste estado, o equipamento se encontra varrendo as entradas e atualizando as saídas de acordo com a lógica programada. No caso de utilização de configuração redundante este representa o estado de execução da UCP primária.
E	**X**	**b**	**k**	Execução – Backup	Indica o estado da UCP backup quando está sendo utilizada uma configuração redundante. Neste estado apenas ocorre a troca de dados com a UCP primária e é executado um algoritmo para detecção de falhas de forma que esta possa assumir caso ocorra algum problema. Os caracteres C3 e C4 piscam com período de 0,5 s para alertar a presença da UCP backup.
P	**G**	**x**	**x**	Programação	Indica que a UCP está em modo de programação. Neste estado, o equipamento fica aguardando os comandos enviados pelo programador, sem executar o programa aplicativo.
C	**L**	**x**	**x**	Ciclado	Indica que a UCP está em modo ciclado. Neste estado, o equipamento fica aguardando um comando para executar um ciclo. A cada comando recebido um ciclo é executado e o equipamento volta a esperar até novo ciclo.
E	**R**	**d**	**X**	Erro	O processador da UCP detectou alguma anormalidade no funcionamento do seu hardware ou software. Os caracteres C3 e C4 piscam com período de 0,5s para indicar presença de diagnóstico.
W	**D**			Watchdog	Indica que o circuito de cão-de-guarda está acionado. Este circuito monitora continuamente a execução do microcontrolador principal da UCP, desabilitando-o em caso de falhas. Os caracteres C3 e C4 permanecem desligados.
x	**x**	**d**	**x**	-	Indica existência de diagnósticos na UCP. O caracter C3 permanece piscando juntamente com o caracter C4. O período de piscamento é de 0,5 s para alertar sobre a presença de diagnósticos. Os diagnósticos podem ser observados no visor utilizando a tecla DIAG (Ver capítulo Manutenção – Diagnósticos).
x	**x**	**d**	**1**	-	Indica que existe um diagnóstico na UCP. Os caracteres C3 e C4 piscam com período de 0,5 s para alertar sobre a presença de diagnóstico.

x	**x**	**d**	**2**	-	Indica que existem dois diagnósticos na UCP. Os caracteres C3 e C4 piscam com período de 0,5 s para alertar sobre a presença de diagnósticos.
x	**x**	**d**	**3**	-	Indica que existem três diagnósticos na UCP. Os caracteres C3 e C4 piscam com período de 0,5 s para alertar sobre a presença de diagnósticos.
x	**x**	**d**	**4**	-	Indica que existem quatro diagnósticos na UCP. Os caracteres C3 e C4 piscam com período de 0,5 s para alertar sobre a presença de diagnósticos.
_	_	_	_	Auto Teste	Indica auto teste realizado na partida. O processador realiza testes no hardware e grava alguns componentes antes de inicializar o executivo.
I	**N**	**I**	**T**	Inicialização	Indica a inicialização da variáveis e estruturas do sistema. O tempo neste estado pode variar de acordo com a quantidade de memória disponível e gravada na UCP.
B	**R**	**O**	**W**	Brownout	Indica que a tensão na fonte externa está abaixo da tensão mínima de trabalho. Permanece neste estado até que a tensão da fonte caia por completo ou se restabeleça. No caso dela se restabelecer a passa para o estado de Inicialização.
T	**E**	**S**	**T**	Teste	Neste modo, a UCP não tem está funcionando e não irá responder corretamente aos comandos. Para tirar a UCP deste modo, é necessário reinicialize a UCP. Se problema persistir contate o Suporte.
C	**A**	**R**	**G**	Carga	Neste modo, a UCP está funcionando e não irá responder corretamente aos comandos.. Para retirar a UCP deste modo, a chave CH2 deve estar na posição 3. A chave CH2 está na parte inferior do módulo UCP PO3047 ou PO3147 ou PO3247.

Tabela 2-2. Descrição dos estados apresentados no visor

Nota: O caractere “x” indica qualquer estado.

A figura a seguir mostra a base das UCPs (PO6307) e suas conexões. Como se pode ver, a base possui um conector padrão USB(COM1), um conector padrão DB9 fêmea (COM2), e um conector padrão RJ45 fêmea (COM3).

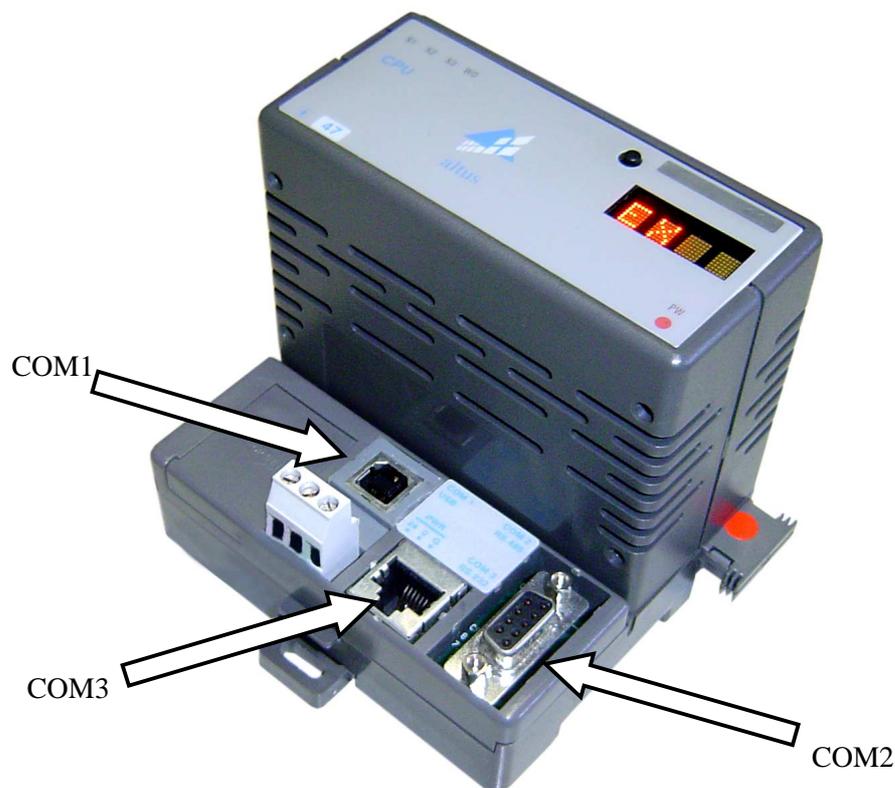



Figura 2-3. PO3047 na base PO6307

A tabela a seguir apresenta a descrição desses conectores:

Conector	Disponível nos modelos	Descrição
COM1	PO3047 PO3147 PO3247	Conector de comunicação ALNET I escravo no padrão USB. Permite a conexão do programador MasterTool Extended Edition para carga, depuração do programa aplicativo e configuração do barramento. Também permite a ligação do equipamento em rede de comunicação ALNET I.
COM2	PO3047 PO3147 PO3247	Conector auxiliar de comunicação, padrão elétrico RS-485. Permite a comunicação ponto a ponto ou em rede nos protocolos ALNET I escravo, MODBUS RTU escravo ou MODBUS RTU mestre. Para obter mais informações, consulte o Canais Seriais Auxiliares – COM2 e COM3.
COM3	PO3047 PO3147 PO3247	Conector auxiliar de comunicação no padrão elétrico RS-232. Permite a comunicação ponto a ponto ou em rede nos protocolos ALNET I escravo, MODBUS RTU escravo ou MODBUS RTU mestre. Para obter mais informações, consulte o item Canais Seriais Auxiliares – COM2 e COM3.

Tabela 2-3. Canais seriais série PO3x47

Características Técnicas

A tabela a seguir apresenta características comuns a todos os modelo da série PO3x47 de UCPs.

	PO3047, PO3147, PO3247
Tipo de módulo	UCP
Troca a quente	Sim, para todos os módulos de E/S
Número máximo de pontos de E/S analógicos	Limitado pelas características de cada barramento de campo. Um sistema de 1000 pontos exige, por exemplo, 11 remotas PROFIBUS analógicas
Tempo de varredura do barramento local	0,5 ms com 480 pontos E/S digitais
Velocidade do barramento local	12 Mbps
Capacidade de interligação a redes de campo	Sim, via interfaces de rede de campo
Memória para operandos retentivos	48 Kbytes
Programação on-line	Sim
Tempo médio de processamento para 1024 instruções contato	1,6 ms
Tempo médio de processamento para 1024 instruções de ponto flutuante	10 ms
Relógio de tempo real	Sim
Circuito de supervisão de cão-de-guarda	Sim
Bateria para retenção de operandos	Alojada na base, troca a quente
Configuração dos bornes **Base PO6302**	1 conector USB para COM 1 1 conector DB9 para COM 2 1 conector RJ45 para COM 3
Indicação de estado e diagnósticos	Visor alfanumérico de 4 dígitos
Tecla de seleção de diagnóstico	Sim
Isolação **Canal serial RS485 isolado**	1500 Vac por 1 minuto
Tensão de alimentação externa	19 a 30 Vdc incluindo ripple consumo máx. 620 mA @ 24 Vdc com quinze módulos E/S
Potência dissipada	4,5 W
Temperatura ambiente operação	0^oC a 60^oC
Dimensões	99 x 49 x 81 mm
Bases compatíveis	PO6307
Compatibilidade de Software	MasterTool Extended Edition – MT8000 v5.10 ProPonto - MT6000 v1.54

Tabela 2-4. Características comuns entre as UCPs da série PO3x47

A próxima tabela mostra as características que diferenciam entre as UCPs da série PO3x47:

	PO3047	PO3147	PO3247
Denominação	UCP 256K Flash, 16 Módulos E/S, 1 USB, 1 485, 1 RS-232, MODBUS, Visor, Ethernet	UCP 512K Flash, 30 Módulos E/S, 1 USB, 1 485, 1 RS-232, MODBUS, PROFIBUS, Ethernet	UCP 1M Flash, 30 Módulos E/S, 1 USB, 1 485, 1 RS-232, MODBUS, Visor, PROFIBUS, Ethernet, WebServer, Redundância
Memória para programa aplicativo tipo Flash	256K	512K	1M
Memória para programa aplicativo tipo RAM	256K	512K	1M
Número de Módulos	16	30	30
Número máximo de segmentos	4	4	4
Número máximo de pontos de E/S digitais no barramento local	256 com módulos de 16 pontos 512 com módulos de 32 pontos	480 com módulos de 16 pontos 960 com módulos de 32 pontos	480 com módulos de 16 pontos 960 com módulos de 32 pontos
Número máximo de pontos de E/S analógicos no barramento local	128 com módulos de 8 pontos	240 com módulos de 8 pontos	240 com módulos de 8 pontos
Número máximo de pontos de E/S digitais, utilizando redes de campo	-	4096	4096
Suporta Interface de Redes de Campo **(com módulo PO4053)**	Não	Sim	Sim
Suporta Interface de Rede Multimestre Ethernet TCP/IP **(com módulo PO7091 ou PO7092)**	Sim	Sim	Sim
Suporta Interface de Rede Ethernet TCP/IP com WebServer (com módulo PO7091)	Não	Não	Sim
Interfaces Seriais **(ver item Canais Seriais)**	1 x USB 1 x RS485 1 x RS232 COM 1, COM2 e COM3	1 x USB 1 x RS485 1 x RS232 COM 1, COM2 e COM3	1 x USB 1 x RS485 1 x RS232 COM 1, COM2 e COM3
Interface Serial USB (COM1)	Sim	Sim	Sim
Interface Serial RS-485 (COM2)	Isolado	Isolado	Isolado
Interface Serial RS-232 (COM3)	RTS, CTS, DTR, DSR.	RTS, CTS, DTR, DSR.	RTS, CTS, DTR, DSR.
Operando Ponto Flutuante (%F)	Sim	Sim	Sim
Co processador aritmético	Sim	Sim	Sim
Protocolo MODBUS Mestre e Escravo	Sim	Sim	Sim
Fonte de alimentação	Embutida no módulo (máx. 700mA no 1º barramento)	Embutida no módulo (máx. 700mA no 1º barramento)	Embutida no módulo (máx. 700mA no 1º barramento)
Redundância de CPU	Não	Não	Sim
Software de Programação MasterTool MT8000	Versão 5.20 ou posterior	Versão 5.20 ou posterior	Versão 5.20 ou posterior
Software de Configuração ProPonto MT6000	Versão 1.54 ou posterior	Versão 1.54 ou posterior	Versão 1.54 ou posterior

Tabela 2-5. Características diferentes entre as UCPs da série PO3x47

ATENÇÃO: - Recomenda-se a leitura da CT geral da Série Ponto (CT109000), que descreve a arquitetura da série.

Além dessas características, as UCPs da série PO3x47 incorporam todos as características oferecidas pela Série Ponto, como se pode ver a seguir.

Barramento Local

Com o barramento GBL de alta velocidade, a UCP se comunica com os módulos de forma bidirecional. Além da comunicação de dados, é possível transferir parâmetros e proceder à recepção de diagnósticos.

Varredura de E/S Rápida

Também devido ao barramento GBL de alta velocidade, a leitura de entradas e a atualização de saídas é extremamente rápida. Os módulos analógicos utilizam operandos memória (%M) automaticamente, sem a necessidade de programação prévia no programa aplicativo.

Diagnóstico de Módulos

Os diagnósticos individuais podem ser visualizados através do LED DG. Além disso, os diagnósticos são enviados para operandos memória (%M), permitindo, assim, que eles sejam acessados pelo programa aplicativo e/ou por um software de supervisão.

Diagnóstico do Sistema do Controlador Programável (CP)

As UCPs informam o estado de operação da UCP, situações de erros internos e estado geral do barramento, permitindo a identificação de problemas no sistema e a geração de alarmes. Esses diagnósticos são visualizados em operandos memória (%M).

Parametrização

Com o software programador MasterTool, é possível parametrizar individualmente cada módulo, mudando sua configuração sem a necessidade de mudar chaves ou pontes de ajustes.

Todos os parâmetros são enviados dinamicamente aos módulos durante a inicialização e ciclicamente na execução. Caso os parâmetros mudem, o módulo terá a capacidade de identificar as novas informações e se reconfigurar, permitido a mudança dos parâmetros a quente.

Características de Software

Software Executivo

O software executivo (sistema operacional) das UCPs da série PO3x47 apresenta as seguintes características:

	PO3047, PO3147, PO3247
Linguagem de programação	Diagrama de relés e blocos lógicos, estruturada em módulos com funções e sub-rotinas (Ladder) e linguagem de texto estruturada (ST)
Programação on-line	Via COM 1, COM 2, COM 3
Total de operandos tipo Entradas (E) e tipo Saída (S)	4096 (acessível via rede ALNET I, MODBUS, PROFIBUS*, Ethernet)
Número de operandos tipo Auxiliares	4096 (512 octetos)
Número de operandos tipo memória (M): **valor armazenado em 16 bits, formato complemento de 2**	Até 9984
Número de operandos tipo memória decimal (D): **valor em 32 bits, formato BCD com sinal**	Até 9984
Número de operandos do tipo ponto flutuante (F): valor de 32 bits, IEEE 754	Até 9984
Número de operandos tipo inteiro (I): **valor armazenado em 32 bits, formato complemento de 2**	Até 9984
Número de operandos tipo tabela memória (TM): **mesmo formato de um operando M**	Até 255 tabelas com até 255 posições cada uma
Número de operandos tipo tabela memória decimal (TD): **mesmo formato de um operando D**	Até 255 tabelas com até 255 posições cada uma
Número de operandos tipo tabela ponto flutuante (TF): **mesmo formato de um operando F**	Até 255 tabelas com até 255 posições cada uma
Número de operandos tipo tabela inteiro (TI): **mesmo formato de um operando I**	Até 255 tabelas com até 255 posições cada uma
Constante memória (KM): **mesmo formato de um operando M**	Armazenadas no programa aplicativo
Constante decimal (KD): **valor de 32 bits, formato BCD com sinal**	Armazenadas no programa aplicativo
Constante ponto flutuante (KF): **mesmo formato de um operando F**	Armazenadas no programa aplicativo
Constante inteira (KI): **mesmo formato de um operando I**	Armazenadas no programa aplicativo
Ocupação média de memória por instrução contato	7 bytes
Retentividade	Configurável para operandos S, A, M, D, F e I Sempre ativa para TM, TD, TF e TI
Instrução arquivo	Permite o armazenamento de grande volume de dados, em blocos de até 32 Kbytes
Módulo de Interrupção Externa (E020)	Permite associar um ponto de entrada digital à execução de um módulo aplicativo (E020).
Latência da Interrupção Externa (E020)	1,0 ms
Tempos programáveis para execução de módulo aplicativo temporizado (E018)	2,5ms 3,125ms 5ms 10ms 25ms 50ms

* Disponível somente nos modelos PO3147 e PO3247.

Tabela 2-6. Características do software das UCPs da série PO3x47

No que diz respeito ao software, os seguintes pontos devem ser considerados:

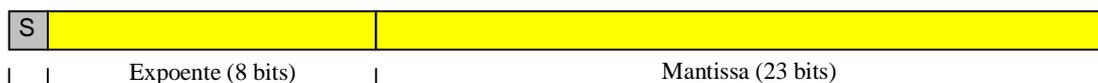
- O número total de 4096 pontos de E/S inclui entradas e saídas digitais de barramentos locais e remotos. Em outras palavras, a soma do número de pontos nos operandos E e S deve ser menor ou igual a este limite.
- Todos os operandos numéricos (KM, KD, KF, KI, M, D, F, I, TM, TD, TF e TI) permitem o uso de sinal aritmético na representação de valores. O número de operandos simples e tabelas (M, D, F, I, TM, TD, TF, TI) é configurável para cada programa, sendo limitado pela capacidade de memória dos operandos disponível (48 kbytes).
- A característica de retentividade pode ser atribuída aos operandos S, A, M, D, F e I através do programador. Os operandos retentivos têm seus valores preservados na queda de energia, enquanto que os não-retentivos perdem seus valores nessas situações. Todos os operandos tabela são retentivos.

Além do software executivo, dois programas da linha MasterTool auxiliam a colocar as UCPs PO3047/PO3147/PO3247 em funcionamento: o MasterTool ProPonto (MT6000) e o MasterTool Extended Edition (MT8000). A seguir são listadas algumas características dos dois softwares.

Operandos Ponto Flutuante

A família de UCPs PO3x47 incorpora a seu grupo de operandos os operandos reais (%F). Estes operandos são armazenados em 32 bits no formato de ponto flutuante com precisão simples, conforme a norma IEEE 754.

A quantidade de operandos real é configurável na declaração do módulo C, sendo o limite máximo dependente do modelo de CP em uso.

Estes operandos ocupam quatro bytes de memória (32 bits), armazenando o valor conforme a figura a seguir:

S – bit de sinal aritmético (0 – positivo, 1 – negativo)

O valor decimal de um operando real (%F) é obtido pela seguinte expressão:

$$Valor = (-1)^{S} \times 2^{(Expoente-127)} \times 1{,}Mantissa$$

A faixa de valores armazenáveis é de -3,4028235E+38 a 3,4028235E+38.

Os números não normalizados, ou seja, valores cujo módulo é inferior a 9,9999461E-41, são tratados como zero pelos CPs. Os CPs não tratam os números infinito e NANs (*not a number*), sendo todos tratados como fundo de escala.

ATENÇÃO: Para maiores detalhes sobre a utilização dos operandos %F consulte o MasterTool Programming – Manual de Programação (MP399101).

Operandos Inteiro

A família de UCPs PO3x47 incorpora operandos inteiros (%I) de 32 bits com sinal. A abrangência deste operando vai do valor +2.147.483.647 até – 2.147.483.648.

A quantidade de operandos inteiro é configurável na declaração do módulo C. Estes operandos ocupam quatro bytes de memória (32 bits).

Diretório de Módulos

O executivo da série PO3X47 foi implementado utilizando um diretório de módulos que dá suporte a um maior número de módulos de configuração (C-XXX), módulos de execução (E-XXX), módulos de função (F-XXX) e módulos de procedimento (P-XXX). Esta característica já havia sido incorporada a versões mais recentes das UCPs da Série PO3x42.

	Quantidade de módulos suportados
Módulos de Configuração (C-XXX)	32
Módulos de Execução (E-XXX)	24
Módulos de Função (F-XXX)	229
Módulos de Procedimentos (P-XXX)	213

Tabela 2-7. Quantidade de módulos de programa suportado

Zeramento de Operandos Retentivos

O zeramento dos operandos retentivos ocorre se a CPU identificar que os dados na memória RAM podem ter sido comprometidos e por segurança toda a área de operandos é reinicializada com ZEROS.

Tabelas também possuem caraterísticas de retentividade, caso seja detectado que os dados na RAM podem estar comprometidos, as tabelas também são reinicializadas com ZERO.

É possível, através dos diagnósticos do sistema verificar se os operandos retentivos foram reinicializados. Ver Diagnósticos via Operandos para mais informações.

Monitoração de Lógica

Esta característica, que está disponível para as UCPs PO3x47, se diferencia da monitoração de módulos existentes nas outras séries de UCPs da Altus. Na monitoração de módulos os operandos de um módulo são monitorados ao final da execução do ladder. Sendo assim, se um operando for modificado mais de uma vez durante a execução de um módulo ou ainda em módulos diferentes, o valor lido será o último valor.

Diferentemente disso a monitoração de lógica permite monitorar os operandos após a execução de uma lógica especifica. Ou seja, após a execução da lógica selecionada todos os operandos utilizados naquela lógica são lidos e atualizados. Dessa maneira é possível acompanhar o valor de um operando no instante que este é alterado.

Para maiores informações consultar o help do MasterTool Extended Edition.

ATENÇÃO: A monitoração de lógica só deve ser executada através dos canais seriais da CPU(COM1, COM2 e COM3). Não é possível utilizar monitoração de lógica com módulo Ethernet.

ATENÇÃO:
A monitoração de lógica só deve ser executada em um dos canais seriais da CPU(COM1, COM2 e COM3) por vez.

PERIGO:
A monitoração de lógica consome tempo de processamento da UCP. Desta forma o uso excessivo dela em um mesmo ciclo(como em loops utilizando bobina de salto) fará o tempo do ciclo aumentar, podendo levar a modo erro ou watchdog.

MasterTool ProPonto - MT6000

O software MasterTool ProPonto é executado em ambiente Windows 32 bits e tem como função facilitar o projeto de um barramento Ponto. Suas principais funções são:

- projeto e visualização gráfica do barramento
- verificação da validade da configuração, conferindo itens como consumo, bases compatíveis e limites de projeto
- atribuição de tags aos pontos do sistema
- geração de etiquetas para a identificação dos módulos
- geração de lista de materiais
- impressão das etiquetas com as tags de identificação dos pontos

MasterTool Extended Edition – MT8000

O software MasterTool Extended Edition é executado em ambiente Windows versões 2000/XP e é responsável pela programação e configuração das UCPs da série PO3x47. Algumas das funções realizadas com o MasterTool Extended Edition são:

- desenvolvimento do programa aplicativo para execução na UCP
- configuração dos canais seriais, protocolos e operandos
- comunicação através do protocolo ALNET I v2.0 para obtenção de diagnósticos, monitoração de operandos e envio de comandos de controle para a UCP
- comunicação via Ethernet TCP/IP desempenhando as mesmas funções do cana serial

ATENÇÃO:
Para obter informações completas sobre o MasterTool ProPonto e sobre o MasterTool Extended Edition, consulte os manuais específicos.

Modos de Operação

As UCPs podem operar em cinco modos diferentes:

- Inicialização
- Execução
- Ciclado
- Programação
- Erro

A figura a seguir apresenta um diagrama de como os modos de operação interagem, com base nos comandos definidos pelo programador e/ou na ocorrência de erros. Para saber como selecionar os modos, consulte o manual do software MasterTool.

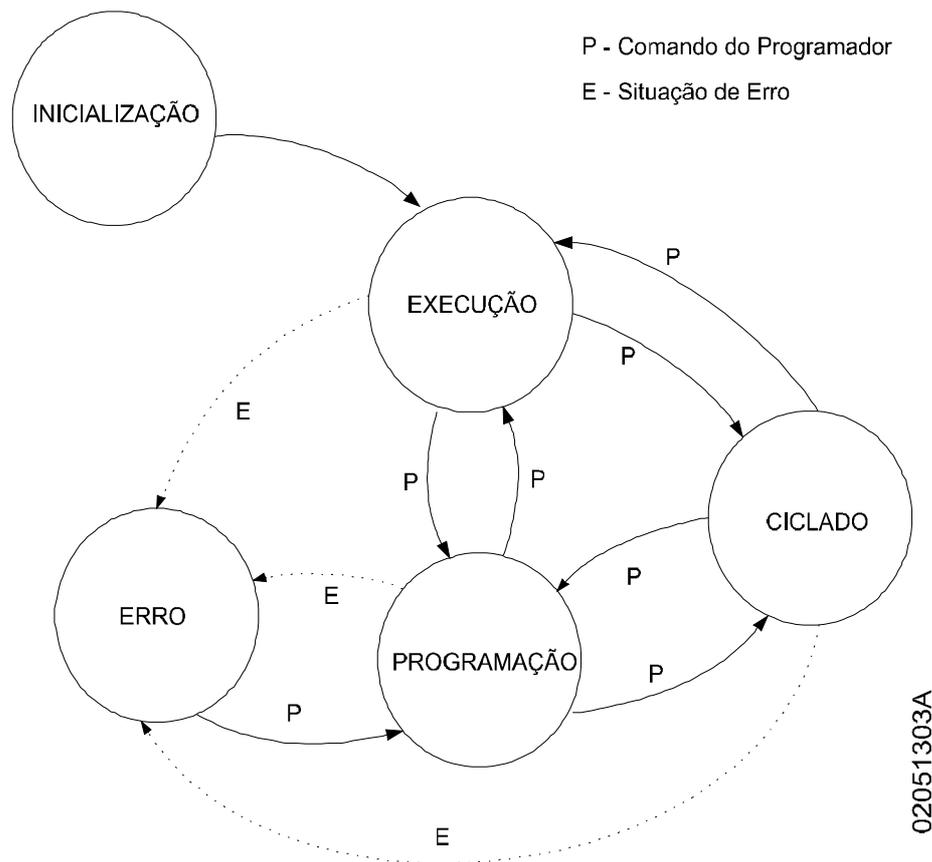



Figura 2-4. Modos de operação da UCP

Cada um dos modos de operação das UCPs PO3x47 é descrito a seguir. Informações mais detalhadas sobre os modos de operação do controlador, o significado das sinalizações do painel e os procedimentos a serem realizados nas situações de erro mais comuns podem ser encontrados no capítulo 6, sobre Manutenção. Esta máquina de estado é um pouco diferente para o caso da utilização da configuração de redundância. Mais detalhes sobre redundância podem ser vistos no capítulo Configuração - Redundância.

Modo Inicialização

É identificado pela expressão INIT no visor alfanumérico do painel frontal. Indica que o CP está inicializando as variáveis do programa executivo e verificando a validade do programa aplicativo. Este estado entra em operação logo que se energiza o CP após a realização do auto teste do hardware e estende-se por alguns segundos, passando, em seguida, para o modo Execução.

Modo Execução

Normalmente, quando o CP se encontra neste modo, fica varrendo continuamente as entradas e atualizando as saídas de acordo com a lógica programada. O modo Execução é identificado pelos dois caracteres a esquerda do visor com as letras EX. Em caso de algum erro ou mensagem de advertência os dois caracteres a direita passam a piscar sendo que o número que é visualizado no último caracter indica a quantidade de mensagens de diagnósticos que podem ser visualizadas.

Modo Ciclado

Caracteriza-se pela execução de uma varredura do programa aplicativo seguida de uma paralisação do CP, que passa a esperar novo comando do programador para executar uma nova varredura.

Quando a UCP para o modo Ciclado, a execução e a contagem de tempo nos temporizadores são interrompidos. Os temporizadores contam uma unidade de tempo a cada dois ciclos executados. O módulo E018, E020 e as comunicações MODBUS Mestre e Escravo não são executadas neste modo de operação.

O modo Ciclado é identificado pelos dois caracteres a esquerda do visor com as letras CL. Em conjunto com a monitoração e o forçamento dos operandos, ele facilita a depuração do programa aplicativo.

Modo Programação

Neste modo de operação, o programa aplicativo não é executado, não havendo a atualização de entradas ou saídas. O CP aguarda os comandos do programador. O modo programação é identificado pelos dois caracteres a esquerda do visor com as letras PG.

Apesar de não ocorrer a atualização dos pontos de entrada e saída, a UCP continua se comunicando com o(s) módulo(s). Esta característica permite que módulos especiais troquem informações com a UCP mesmo que não esteja ocorrendo a execução de um programa aplicativo.

Neste modo as comunicações ALNET I e Ethernet (ALNET II/IP) funcionam normalmente.

Modo Erro

O modo Erro é identificado pelos dois caracteres a esquerda do visor com as letras ER. Indica que houve alguma anormalidade no CP durante o seu processamento.

A identificação dos modos de operação com base nas informações do visor alfanumérico podem ser vistas na Tabela 2-2.

Estados de operação da Redundância (Somente para PO3247)

A UCP PO3247 pode assumir 3 estados de redundância quando esta característica está habilitada.

- Desconfigurado
- Primário
- Backup

Estado Desconfigurado

O estado desconfigurado ocorre na energização da UCP, ou na passagem de modo de execução para o modo de programação ou erro, caso já exista uma UCP presente e comunicando no barramento. Neste estado não acessa o barramento e não tem seus valores atualizados pelo primário.

Estado Primário

No estado primário, a UCP executa a aplicação do usuário, e se comunica com os módulos de E/S do barramento ponto. Além disso, este UCP se comunica com o seu par redundante, ou seja o UCP que se encontra no estado backup, para efeito de diagnósticos e sincronização de memória. Neste estado, também executam-se verificações cíclicas para determinar se este CP pode continuar em estado primário. Se alguma falha ocorrer, pode-se passar para o estado backup ou desconfigurado. Também pode-se passar para o estado backup se houver solicitação para isto, e o outro UCP estiver em estado backup e em condições de assumir como ativo.

Estado Backup

No estado backup, o UCP está sincronizada com o UCP primário, e pronto para assumir como ativo caso haja uma demanda para isso (por exemplo, uma falta de atividade no barramento). Neste estado, também executam-se verificações cíclicas para determinar se este CP pode continuar em backup. Se

alguma falha ocorrer, pode-se passar para o estado desconfigurado. Solicitações manuais também podem levar ao estado primário, por exemplo, para efetuar alguma manutenção no outro UCP.

Transições de estado da redundância

A seguir, definem-se as causas que podem disparar cada uma das possíveis transições entre os três estado de redundância:

- Passagem de desconfigurado para primário:
  - Partida do sistema sem que exista atividade no barramento, ou seja o outro UCP não está controlando o barramento
  - Entrada em modo Execução caso o outro UCP não esteja controlando o barramento
  - Entrada em modo Programação caso o outro UCP não esteja controlando o barramento
  - Entrada em modo Erro caso o outro UCP não esteja controlando o barramento
- Passagem de desconfigurado para backup:
  - Partida do sistema com atividade no barramento, ou seja o outro UCP está controlando o barramento
  - Entrada em modo Execução caso o outro UCP esteja controlando o barramento
- Passagem de backup para primário:
  - Passagem do outro UCP para o modo Programação
  - Passagem do outro UCP para o modo Erro
  - Troca a quente do UCP em estado primário (Ver nota abaixo)
  - Pedido de passagem do UCP backup para primário via operando de diagnóstico
  - Pedido de passagem do UCP primário para backup via operando de diagnóstico
- Passagem de backup para desconfigurado:
  - Entrada em modo Programação caso o outro UCP esteja controlando o barramento
  - Entrada em modo Erro caso o outro UCP não esteja controlando o barramento
- Passagem de primário para backup:
  - Pedido de passagem do UCP backup para primário via operando de diagnóstico
  - Pedido de passagem do UCP primário para backup via operando de diagnóstico
- Passagem de primário para desconfigurado:
  - Entrada em modo Programação caso o outro UCP em estado backup
  - Entrada em modo Erro caso o outro UCP em estado backup

ATENÇÃO:
Para que o CP vá de primário para backup, além de qualquer uma das causas anteriores, exige-se que este CP esteja em estado primário e o outro em backup por um tempo maior do que 400ms.

PERIGO:
Para que a troca a quente de UCP seja corretamente executada é necessário que o UCP seja inserido/retirado da base de forma completa. Desta forma conexões erradas são evitadas e caso contrário comportamentos indevidos podem ocorrer.

Fluxo de Operação dos Módulos no CP

A Figura 2-5 apresenta o processamento de um programa aplicativo, mostrando os pontos onde são executados cada tipo de módulo.

INICIALIZACAO

Energizacao do Sistema

Inicializacao do Sistema

Varredura das Entradas

Executa E00

Varre Saidas

Interrupcao de Tempo

Executa E18

Retorna

Interrupcao Externa

Executa E20

Retorna

EXECUCAO

Varre Entradas

CICLO

Executa E001

CHP

Executa Pxxx

Executa Fxxx

CHF

Executa Fxxx

Executa Pxxx

CHP

Executa Pxxx

Varre Saidas

Processa Redundância

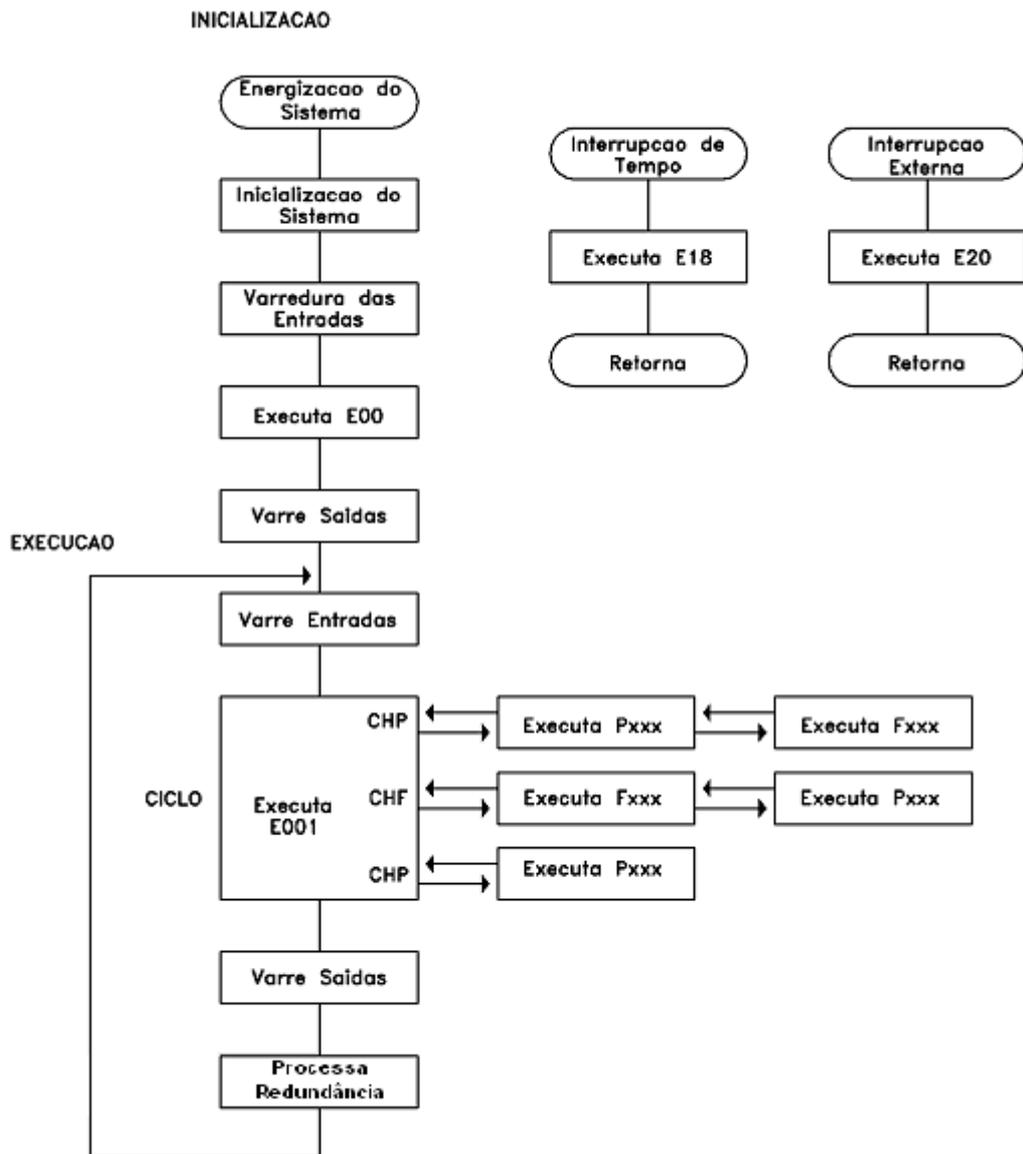



Figura 2-5. Execução do programa aplicativo no CP

Canais Seriais

As UCPs da Série Ponto – e, por extensão, a série PO3x47 – se caracterizam pela alta capacidade de comunicação, possuindo até três canais seriais. A seguir veja quais os protocolos possíveis para cada canal de comunicação. Note que é possível usar **simultaneamente** o mesmo ou diferentes protocolos nos canais de comunicação.

Protocolo	Características	COM 1 USB	COM 2 RS-485 isolado	COM 3 RS-232
Alnet I escravo	- Incluído em todas as UCPs - Completo, com todos os comandos, inclusive carga de programas	Sim	Sim	Sim
MODBUS RTU mestre	Incluído em todas UCPs da série	Não	Sim	Sim
MODBUS RTU escravo	Incluído em todas UCPs da série	Não	Sim	Sim

Tabela 2-8. Protocolos seriais

Qualquer combinação de protocolo é possível, dentro das possibilidades oferecidas por cada canal**.** A título de exemplo, nas UCPs PO3047, PO3147 e PO3247 podemos configurar os canais da seguinte maneira:

	COM1	COM 2	COM 3
Exemplo 01	Alnet I escravo	MODBUS Mestre	MODBUS Mestre
Exemplo 02	Alnet I escravo	MODBUS Mestre	MODBUS Escravo
Exemplo 03	Alnet I escravo	MODBUS Escravo	MODBUS Mestre
Exemplo 04	Alnet I escravo	MODBUS Escravo	Alnet I escravo
Exemplo 05	Alnet I escravo	Alnet I escravo	MODBUS Escravo

Tabela 2-9. Combinações possíveis nos canais seriais.

ATENÇÃO:
Os sinais de cada canal serial são descritos com mais detalhes nos itens Canal Serial Principal - COM1 e Canais Seriais Auxiliares - COM2 e COM3.

Exemplo de Configuração dos Canais Seriais

Os três canais seriais podem ser utilizados, por exemplo, da seguinte forma:

- Canal serial USB (COM1): interligação com um microcomputador equipado com o software de programação MasterTool.
- Canal serial RS-485 isolado (COM2): interligação com um ou mais equipamentos compatíveis com o protocolo MODBUS, tais como sensores inteligentes e inversores de freqüência. O canal é isolado, sendo que um cabo adequado deve ser usado para a implementação da rede.
- Canal serial RS232 (COM3): interligação com uma IHM local.

Exemplo de uma Arquitetura Utilizando Rede MODBUS

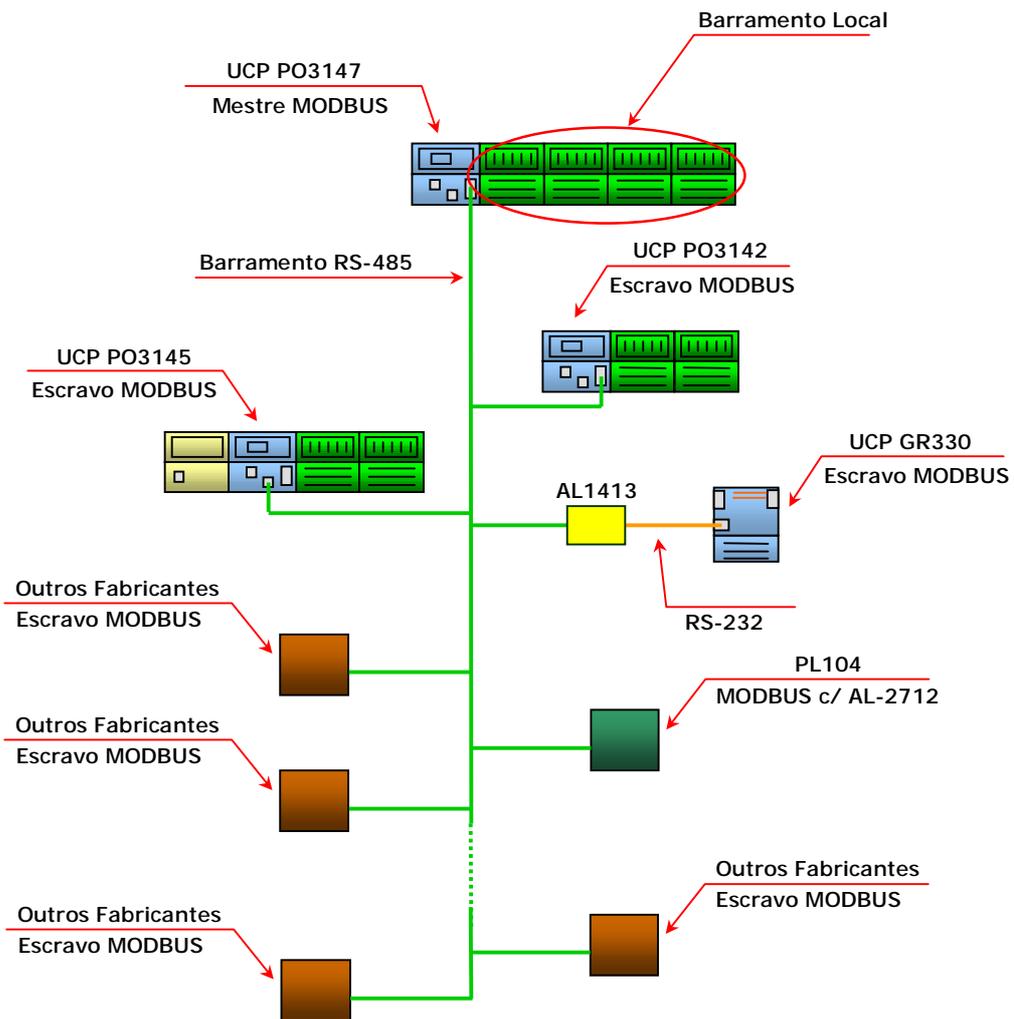



Figura 2-6. Controlador programável PO3147

Sinais de Modem

Estão disponíveis na canal serial RS-232 (COM3) de cada UCP os seguintes sinais de modem.

	PO3047	PO3147	PO3247
COM3 (RS-232)	RTS, CTS, DTR, DSR	RTS, CTS, DTR, DSR	RTS, CTS, DTR, DSR

Tabela 2-10. Sinais de modem

Esses sinais são utilizados para controlar a comunicação entre um equipamento de transmissão de dados (ETD), como um CP ou microcomputador, e um equipamento de comunicação de dados (ECD), como um modem ou modem rádio.

Cada um desses sinais possui uma função específica:

- RTS: Request To Send. É uma saída no ETD e uma entrada no ECD. O ETD liga a saída, solicitando autorização ao ECD para transmitir. Em um ECD do tipo modem rádio, o RTS normalmente ativa o PTT (push-to-talk) do rádio, iniciando a geração da portadora. Antes de ligar o RTS, o ETD deve aguardar que o CTS esteja inativo.
- CTS: Clear To Send. É uma entrada no ETD e uma saída no ECD. O ECD liga esta saída em resposta ao RTS do ETD, para sinalizar ao ETD que este já pode transmitir. Normalmente, o CTS é ligado pelo ECD algum tempo depois (delay fixo ou configurável) de o RTS ser ativado pelo ETD. Este delay deve ser suficiente para que a portadora, ativada pelo RTS, seja detectada no lado do ECD receptor.
- DSR: Data Set Ready. É uma saída do ECD utilizada para indicar que este está conectado e operacional.
- DTR: Data Terminal Ready. Similarmente ao DSR, é uma saída do ETD utilizada para indicar que este está conectado e operacional. Juntamente com o DSR, forma um handshaking em nível de hardware.

Para obter mais detalhes sobre modems rádio, consulte o documento NAE035.

ATENÇÃO: Os sinais DTR e DSR são manipulados através de um módulo função disponibilizado no pacote de funções de comunicação AL-2703.

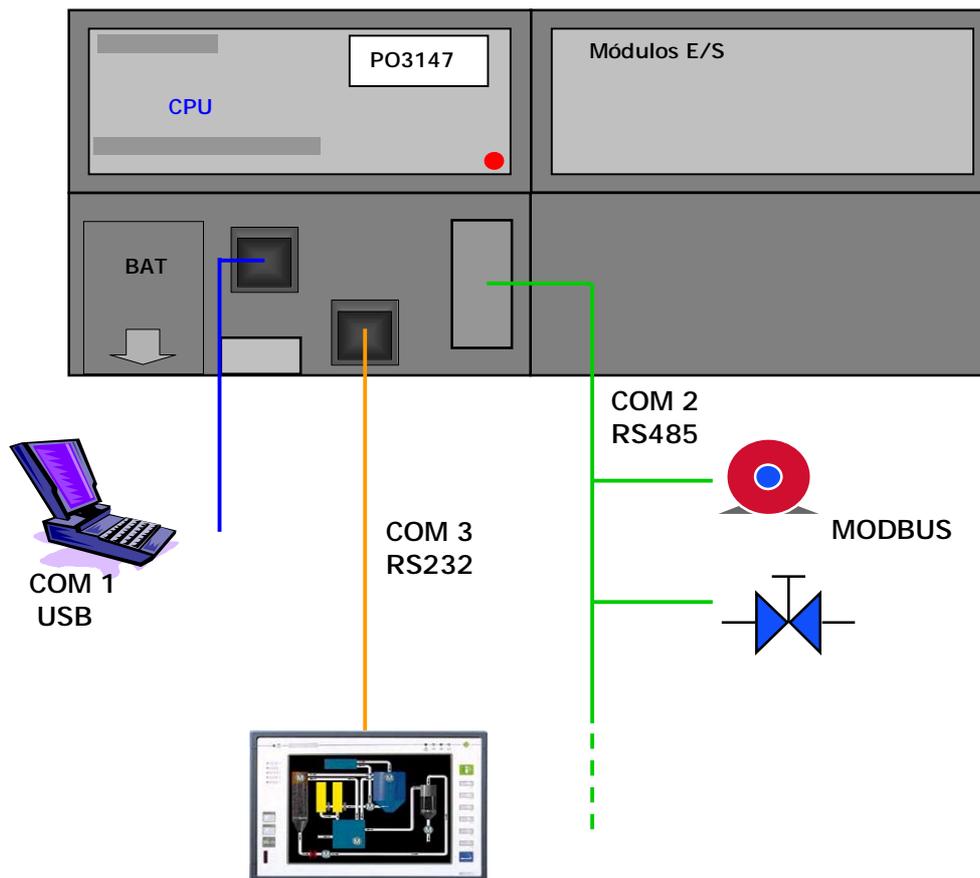



Figura 2-7. Exemplo de configuração dos canais seriais

Nos canais seriais, é possível utilizar modems ou modems rádio. Para equipamentos que necessitem somente os sinais RTS/CTS, é preciso habilitar o uso desses sinais no momento de configurar a porta serial. Já durante o uso dos sinais DTR e DSR, o acesso deve ser realizado pelo módulo F-DTRDSR, que é parte integrante do AL-2703.

Consulte o capítulo 7, Aplicações Especiais com Serial RS-232, para ver exemplos de comunicação utilizando modems.

ATENÇÃO: Veja mais detalhes no capítulo 3, Configuração, nos itens dedicados à configuração dos canais seriais.

Além de modems, outros equipamentos (inversores, válvulas, balanças, medidores, etc.) podem ser utilizados nas portas seriais. Alguns exemplos são as IHMs FOTON 1, FOTON 3, FOTON 5 e FOTON 10, e qualquer software de supervisão compatível com protocolo ALNET I v. 2.0.

UCPs da Série PO3x47 e o Sistema de E/S

As UCPs da Série PO3x47, quando acrescentadas a outros elementos, compõem uma arquitetura de controle. A seguir são descritos os elementos básicos que fazem parte de uma arquitetura:

- **UCPs PO3047 / PO3147 / PO3247.** A UCP é responsável pelas funções de controle, realizando o ciclo básico de leitura dos módulos de entrada, a execução do programa de controle do usuário (programa aplicativo) e a atualização dos módulos de saída, além de várias outras funções auxiliares.
- **Fonte de alimentação, embutida no módulo.** É responsável por prover as tensões reguladas e livres de transientes para a operação da UCP e dos demais módulos presentes no barramento. Esta fonte tem condições de alimentar os módulos de E/S com um limite de 700mA. Quando for necessário a instalação de uma quantidade superior de módulos de E/S, uma fonte PO8085 e sua base PO6800 devem ser instalados no início do próximo segmento, os primeiros módulos que totalizam 700mA. O software MasterTool ProPonto - MT6000 auxilia na construção do barramento, indicando a eventual necessidade de fontes adicionais (ver manual específico). Ver nas Características Técnicas – CT de cada módulo o consumo no barramento.
- **Barramento.** O barramento é o elemento de interconexão da UCP com os módulos. O barramento Ponto é constituído pela justaposição de suas bases.
- **Segmento.** O barramento Ponto é constituído de até quatro segmentos, cada um podendo conter 10 módulos. O número máximo de módulos no barramento é 30 (ver Manual de Utilização da Série Ponto).

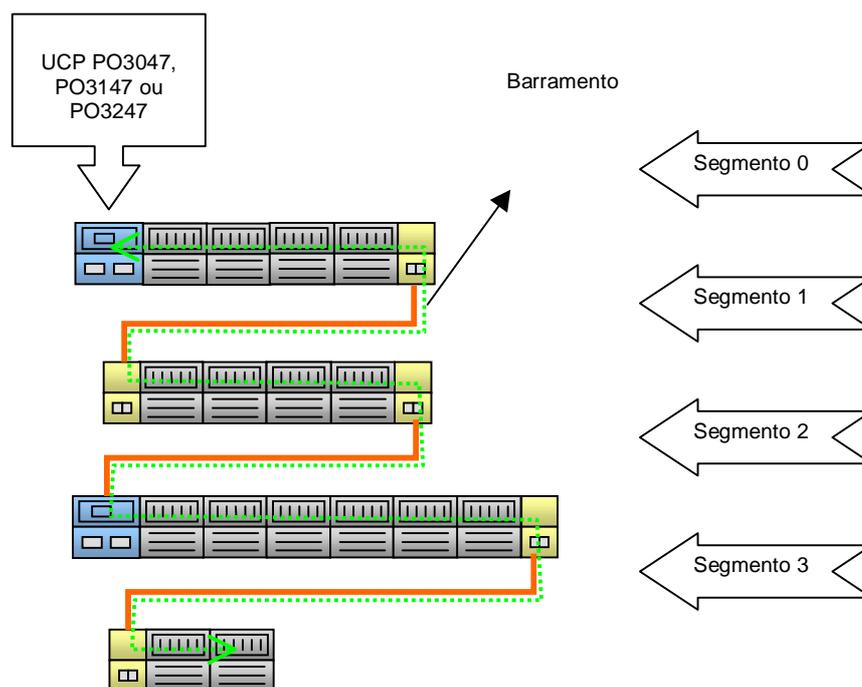



Figura 2-8. Controlador programável da série PO3x47

No sistema local de E/S, os módulos de E/S locais ficam alojados no barramento, como mostra a figura a seguir.

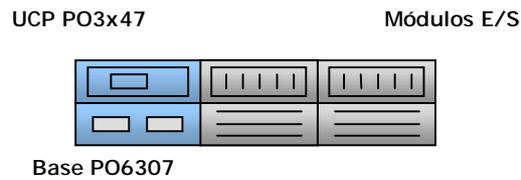



Figura 2-9. Barramento com módulos de E/S

Uma UCP tem sua capacidade de E/S local determinada pelos seguintes valores:

- número máximo total de módulos: 16 para PO3047 e 30 para PO3147/PO3247
- número máximo de segmentos de barramento: 4
- número máximo de módulos num segmento: 10

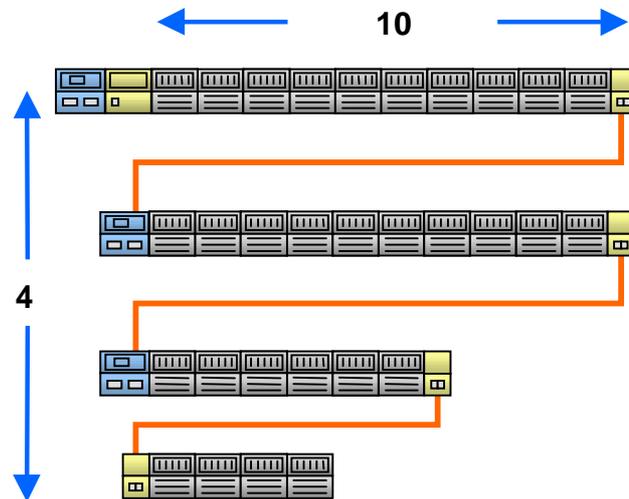



Figura 2-10. Arquitetura com E/S locais

O número máximo de pontos em cada módulo depende do tipo de ponto utilizado. O limite para pontos exclusivamente digitais é de 960 (30 módulos de 32 pontos). O limite para pontos exclusivamente analógicos é de 240 (30 módulos de 8 pontos). Com base nisso, o número máximo de pontos endereçados vai depender da estrutura de cada sistema. Utilizando as redes MODBUS, PROFIBUS e/ou Ethernet, por exemplo, é permite o endereçamento de até 4096 pontos digitais de E/S, mais os pontos analógicos (limitados as capacidades de memória da UCP e dos limites das redes).

Para maiores detalhes, sugerimos consultar o Manual de Utilização da Série Ponto.

Arquitetura Interna

Esta seção apresenta os elementos da arquitetura interna das UCPs. As duas figuras a seguir mostram, respectivamente, as UCPs da série PO3x47 no formato de diagrama em blocos. Logo após as figuras, cada um dos elementos é descrito.

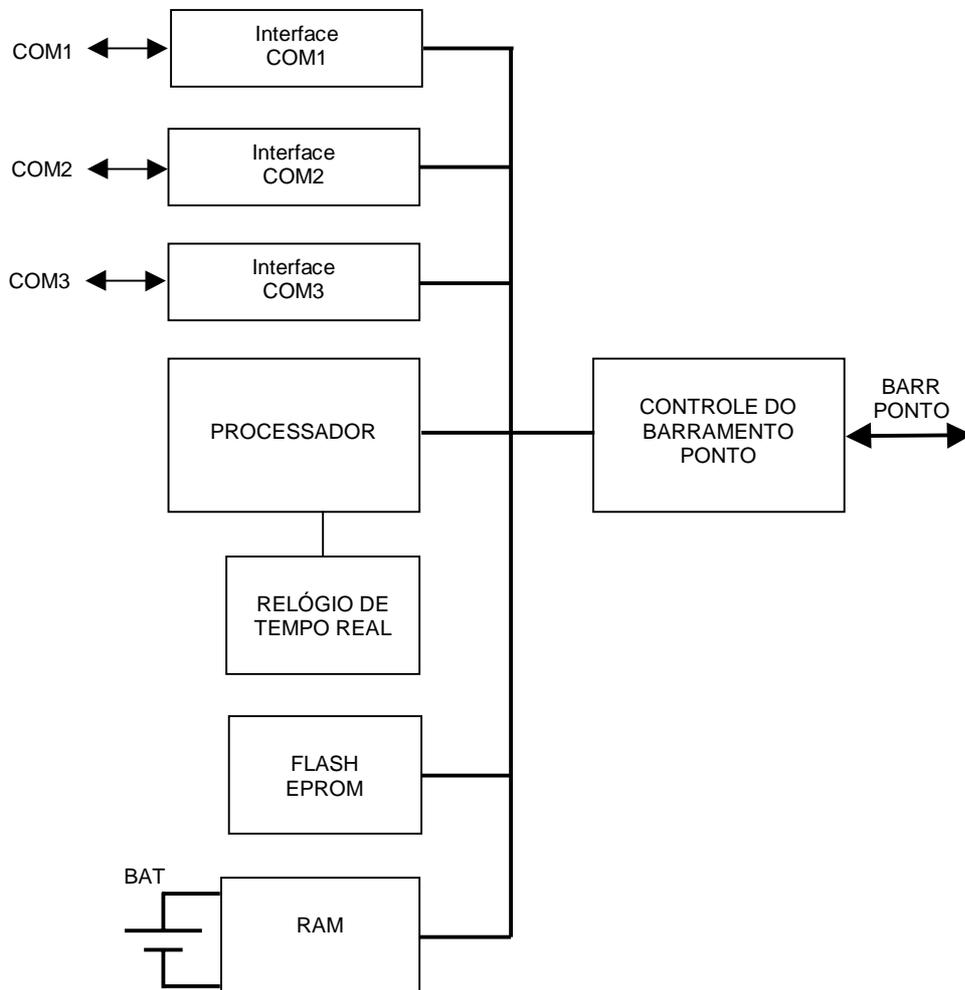



Figura 2-11. Diagrama de blocos da UCP PO3x47

Processador

O processador é o responsável pela execução do programa aplicativo, baseado nos valores dos operandos de entrada e gerando os valores dos operandos de saída. Também realiza a leitura e a escrita dos valores dos operandos dos módulos de entrada e saída no barramento, processa os comandos recebidos pelos canais de comunicação serial e executa diversas outras tarefas auxiliares ao processamento do programa aplicativo.

As tarefas do processador são realizadas por um programa permanentemente gravado em memória EPROM – denominado programa executivo –, que corresponde ao sistema operacional da UCP. Além de gerenciar a UCP, o programa executivo contém uma biblioteca de instruções utilizadas pelo programa aplicativo. Essas instruções são relacionadas no Manual de Programação do MasterTool.

Controle do Barramento Ponto

O bloco controle do barramento Ponto é o hardware responsável pela varredura do barramento e pelo gerenciamento da memória "espelho" do barramento – uma memória de dupla porta acessada pelo programa executivo da UCP e pelo hardware. Esta memória contém todas as informações do barramento, tais como dados, parâmetros, diagnósticos e controle dos módulos, servindo como conexão entre o programa executivo e o barramento. O controle do barramento também gerencia o acesso do microprocessador aos seus periféricos e memórias.

Mapa de Memórias

As tabelas a seguir apresentam a alocação de memória para o programa aplicativo nas UCPs da série PO3x47. Esta memória está dividida em dois tipos RAM e Flash EPROM, sendo que cada um dos tipos se divide em bancos de 64kbytes cada. A RAM utilizada para o programa aplicativo é retentiva, e seu conteúdo se mantém durante eventuais faltas de energia (ver mais detalhes a seguir). O programa executivo e os operandos residem em outras áreas de memória RAM e Flash EPROM. Essas áreas não são mostradas aqui.

Banco de RAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PO3047	64k	64k	64k	64k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PO3147	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	-	-	-	-	-	-	-	-
PO3247	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k

Tabela 2-11. Capacidade de memória RAM nas UCPs PO3x47

Banco de EPROM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PO3047	64k	64k	64k	64k	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PO3147	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	-	-	-	-	-	-	-	-
PO3247	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k	64k

Tabela 2-12. Capacidade de memória Flash EPROM nas UCPs PO3x47

Memória RAM

A memória RAM permite a escrita e a leitura de dados, armazenando o programa aplicativo e os valores dos operandos da UCP. Assim, quando o equipamento está desenergizado, os valores dos operandos retentivos, as tabelas e o programa aplicativo em RAM são mantidos através da bateria

> ATENÇÃO:
> As UCPs PO3x47 não possuem SUPERCAP. Caso a fonte de alimentação seja desligada sem a presença da bateria, os dados existentes na memória RAM serão perdidos. O mesmo acontece com a troca-a-quente da CPU, pois a bateria está localizada na base.

Memória Flash EPROM

A memória Flash EPROM permite a escrita e a leitura de dados, armazenando os programas executivo e aplicativo e mantendo-os sem a necessidade de alimentação da bateria. Possui uma vida útil de 10.000 ciclos de gravação de dados.

Interfaces de Comunicação

As UCPs PO3x47 possuem três canais de comunicação, um padrão USB (COM1), e um padrão RS-485 isolado (COM2) e um canal padrão RS-232 (COM3). Todos os canais seriais utilizam o protocolo ALNET I v. 2.0 para realizar a comunicação entre o CP e os equipamentos mestres (programadores, supervisórios, etc.).

Os canais COM2 e COM3 também suportam o protocolo MODBUS RTU mestre ou escravo.

ATENÇÃO: Para obter informações sobre controle de modem, consulte o capítulo 7, Aplicações Especiais com Serial RS-232.

Relógio de Tempo Real

As UCPs têm um relógio de tempo real integrado, o qual mantém a hora mesmo em casos de falta de energia (mantido através da bateria incorporada à base). O relógio pode ser acessado através de operandos configurados com o auxílio do programador MasterTool Extended Edition. A resolução do relógio é de um segundo e o erro máximo é de 5 segundos em 10 dias de operação.

ATENÇÃO: com a retirada da CPU da base ou a perda da alimentação sem a presença da bateria, o horário será perdido.

Sistemas de Proteção

As UCPs da série PO3x47 contam com alguns sistemas de proteção, descritos a seguir.

Cão-de-guarda

O sistema de cão-de-guarda (ou watchdog) monitora continuamente a execução das funções do CP. Uma vez detectado algum tipo de falha, o circuito de cão-de-guarda reseta o processador, desenergiza os pontos de saída e acende o LED WD no painel frontal do CP, garantindo um procedimento de falha seguro. Este processo, em caso de detecção de falha, leva de 1 a 2 segundos para atuar. Após o processador ser resetado a UCP entra no estado de Watchdog que possibilita o acesso a diagnósticos que possibilitam a determinação do motivo da falha.

Proteção contra Falta de Energia

As UCPs possuem um circuito sensor que verifica continuamente o estado da tensão de alimentação. Em caso de falha na alimentação, um sinal é enviado à UCP, cuja operação é interrompida para a execução de uma rotina que finaliza o funcionamento da UCP de modo seguro. O circuito de falta de energia garante a alimentação das UCPs por tempo suficiente para que a rotina seja executada.

Bateria

A base das UCPs contém uma bateria de lítio para a alimentação da RAM (que mantém os módulos do programa aplicativo e os valores dos operandos retentivos) e para a manutenção do relógio de tempo real durante as falhas na alimentação do CP (que continua registrando hora e calendário).

O estado da bateria é verificado pelo programa executivo, que exibe uma mensagem de advertência na janela de verificação do estado do CP, nos softwares programadores, quando necessário, e também indica através de diagnóstico nos operandos %M (verificar capítulo 0). A bateria tem vida útil estimada de 1 ano e 3 meses a uma temperatura de 70 ºC quando a UCP não estiver energizada.

Quando a UCP estiver energizada, não há consumo da bateria, e a vida útil da bateria é estimada em 5 anos a partir da data da fabricação.

Desempenho das UCPs

O desempenho das UCPs da série PO3x47 depende do:

- Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local
- Tempo do Sistema Operacional
- Ciclo de Aplicação do Usuário
- Tempo de Processamento da Redundância(Somente para PO3247)

A seguir será analisado cada um destes itens.

Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local

A comunicação entre a UCP e os módulos é feita por um barramento de alta velocidade, implementado em hardware por um único chip, obtendo-se excelentes velocidades de aquisição e parametrização. Algumas características alcançadas por este sistema são:

- barramento serial de 12Mbaud
- endereçamento e identificação automática de módulos
- troca a quente de qualquer módulo de E/S

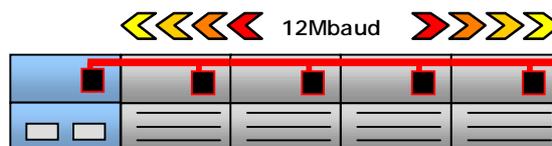



Figura 2-12 Varredura do barramento

O desempenho do barramento é medido pelo **Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local**, e ou seja, pelo tempo decorrido entre a detecção de variação no valor de uma entrada até este estar disponível na UCP ou pela alteração de um ponto de saída na UCP até que este ponto tenha sua variação realizada fisicamente.

Cálculo do Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local

O **Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local** é o máximo que uma informação leva para transitar entre a CPU e módulo, considerando um módulo específico.

Para a calcular o tempo de resposta do módulo, utiliza-se a seguinte fórmula:

Tempo de Resposta do Módulo no Barramento Local =
Latência do Mód. + (Nº de Mód. no Barramento x 16us x Nº de Varreduras do Módulo)

Esta fórmula deve ser aplicada para cada modelo de módulo diferente presente no o barramento.

Os itens da fórmula serão descritos a seguir, utilizando como base de exemplo a seguinte arquitetura:

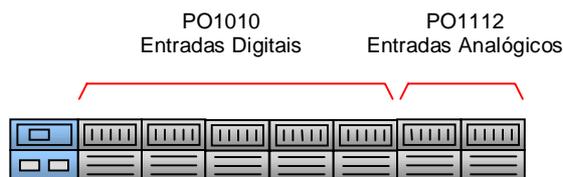



Figura 2-13 Exemplo de arquitetura

Latência do Módulo: é o tempo que o módulo leva para disponibilizar ao barramento um nova informação. Este depende do tipo módulo de E/S e está pode ser encontrado em sua respectiva CT seguindo a Tabela 2-13.

Baseado no tipo de módulo, a tabela a seguir apresenta qual informação deve ser considerada como tempo de **Latência do Módulo**.

Tipo de Módulos	Latência do Módulo
Entrada Digital	Tempo de filtro (programado, se for o caso)
Saída Digital a Transistor	Não significante
Saída Digital a Relé	Tempo de comutação do relé
Entrada Analógica	Tempo de atualização (programado, se for o caso)
Saída analógica	Não significante

Tabela 2-13 Tipo de módulos

No exemplo as latência são:

- PO1010: tempo de filtro programado (exemplo 0,5 ms)
- PO1112: tempo de atualização (exemplo 25 ms)

Número de Módulos no Barramento: é a quantidade de módulos declarados no barramento local.

Número de Varreduras do Módulo: é a quantidade de ciclos que o chip do barramento leva para acessar todos os dados de um módulo. Existem módulos que são acessados em apenas uma varredura e módulos que são lidos em mais de uma varredura.

Tipo do Módulo	Número de Pontos	Número de canais	Número de varreduras (n)
Saída Digital	16		1
Entrada Digital	16		1
Entrada Digital	32		2
Entrada Analógica		8	9
Saída Analógica		4	5

Tabela 2-14. Tipos de módulos Ponto

Módulos digitais são lidos em uma ou, no máximo, em duas varreduras, sendo necessário uma varredura para cada 16 pontos. Já os módulos analógicos são lidos em uma varreduras por canal, mais uma varredura para fins de parametrização. Módulos especiais tem um tratamento diferente

Para o exemplo da Figura 2-13 se tem os seguintes dados:

Latência do Módulo PO1010	tempo de filtro programado = 0,5 ms
Latência do Módulo PO1112	tempo de atualização = 25 ms
Número de Módulos no Barramento	7
Número de Varreduras do Módulo PO1010	2 varreduras
Número de Varreduras do Módulo PO1112	9 varreduras

Tabela 2-15. Dados dos módulos

Aplicando a fórmula para o PO1010, resultando em:

Tempo de Resposta do Módulo no Barramento Local =

Latência do Mód. + (Nº de Mód. no Barramento x 16us x Nº de Varreduras do Módulo)

Tempo de Resposta do Módulo PO1010 no Barramento Local

= 0,5 ms + (7 x 0,016ms x 2)

= 0,5 ms + 0,224 ms

= 0,724 ms

Aplicando a fórmula para o PO1112, resultando em:

Tempo de Resposta do Módulo PO1112 no Barramento Local

= 25 ms + (7 x 0,016ms x 9)

= 25 ms + 7,056 ms

= 32,056 ms

Tempo do Sistema Operacional

O Sistema Operacional é responsável pelo funcionamento da UCP, dentre as principais funções executadas estão:

- retentividade
- administração dos módulos do aplicativo
- atualização das E/S do barramento local
- atualização das E/S do barramento PROFIBUS
- canais seriais nos protocolos (ALNET I e MODBUS)
- rede Ethernet

Para determinar o tempo que o Sistema Operacional gasta com suas atividades consideramos que:

- A retentividade, administração dos módulos do aplicativo e atualização das E/S do barramento local sempre são executados e leva 0,5 ms para executar
- A atualização das E/S do barramento PROFIBUS depende da presença de um módulo mestre PROFIBUS (ex: PO4053) para ser executado e seu tempo pode ser encontrado no próprio manual do módulo PROFIBUS
- O processamento de requisições da rede Ethernet depende da presença de um módulo Ethernet (ex: PO7091) este processamento ocorre somente quando existe uma requisição e leva de 0,5 a 1

ms, esta variação depende da quantidade de dados comunicada (ex: uma monitoração de 110 operandos %M leva 1 ms, a monitoração de 1 operando %M leva 0,5 ms)

- O processamentos dos canais seriais pode ser dividido e dois:
  - Processamento dos protocolos
    - MODBUS: mínimo 0,18 ms e máximo 3,0 ms
    - ALNET I: mínimo 0,18 ms e máximo 0,5 ms
  - Recepção e transmissão de dados, esta reflete no aumento do tempo do processamento do programa aplicativo durante a comunicação
    - COM1: aumenta o aplicativo em 4% a 9600 bps e 2% a 4800 bps
    - COM2: aumenta o aplicativo em 1% a 9600 bps, em 2% a 19200 bps e 4% a 38400 bps
    - COM3: aumenta o aplicativo em 1% a 9600 bps, em 2% a 19200 bps e 4% a 38400 bps

ATENÇÃO:
Os tempos apresentados neste item são referentes aos gastos pelo sistema operacional para o processamento interno das rotinas e não são considerandos os tempos de processamento dentro dos módulos e atrasos inseridos pelas redes.

Aplicação do Usuário

O tempo da aplicação pode ser calculado utilizando as tabela de tempos das principais instruções ladder como referência, na qual informa qual o tempo médio de cada instrução dependendo tipo de operando.

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
CAB	%D	200,0	200,0
	%F	200,0	200,0
	%I	200,0	200,0
	%M	140,0	140,0
MOB	%I -> %I	205,4	102,8
	%M -> %M	105,4	52,8

Blocos de 100 operandos c/ 100 operandos por varredura

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
MOP	%AXXXX.X ->%AXXXX.X	3,1	1,6
	%EXXXX.X ->%AXXXX.X	3,1	1,6
	%EXXXX.X ->%EXXXX.X	3,1	1,6

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
MOV	%M -> %M	2,9	1,5
	%I -> %I	3,9	2,0
	%KM -> %M	2,4	1,3
	%F -> %I	4,1 - 5,6	2,2 - 3,8

As movimentações que envolvem operandos %F variam o tempo de execução em função do valor

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
MOT	%TM -> %M	4,4	2,3
	%M -> %TM	4,4	2,2

Tabela 2-16. Tempos das instruções de movimentação

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
CAR	%A	1,3	0,7
	%D	2,1	1,1
	%E	1,3	0,7
	%I	2,1	1,1
	%M	1,6	0,8
	%S	1,3	0,7

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
MAIOR	%M > %M	1,7	0,9
MENOR	%M < %M	1,7	0,9
IGUAL	%M = %M	1,7	0,9

Tabela 2-17. Tempos das instruções de comparação

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
DIV	%F=%F/%F	8,4	4,6
DIV	%I=%I/%I	8,4	4,6
DIV	%M=%M/%M	6,4	3,6
MUL	%F=%F*%F	6,9	4,0
MUL	%I=%I*%I	6,7	3,8
MUL	%M=%M*%M	5,2	3,1
SOM	%F=%F+%F	6,5	3,7
SOM	%I=%I+%I	5,9	3,0
SOM	%M=%M+%M	4,4	2,3
SUB	%F=%F-%F	6,2	3,4
SUB	%I=%I-%I	5,9	3,0
SUB	%M=%M-%M	4,4	2,3

Tabela 2-18. Tempos das instruções aritméticas

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
BBD	%SXXXX.X	1,8	1,0
BBL	%SXXXX.X	1,8	1,0
BBS	%KM	1,8	1,0
BOB	%AXXXX.X	1,8	1,0
BOB	%DXXXX.X	1,8	1,0
BOB	%EXXXX.X	1,8	1,0
BOB	%MXXXX.X	1,8	1,0
BOB	%SXXXX.X	1,8	1,0
FRM	-	0,6	0,3
PLS	%AXXXX.X	1,8	1,0
RM	-	0,6	0,3
RNA	%AXXXX.X	1,1	0,6
RNA	%EXXXX.X	1,1	0,6
RNA	%MXXXX.X (%MXXXX<%M1024)	1,1	0,6
RNA	%MXXXX.X (%MXXXX>%M1024)	1,3	0,7
RNA	%SXXXX.X	1,1	0,6
RNF	%AXXXX.X	1,1	0,6
RNF	%EXXXX.X	1,1	0,6
RNF	%MXXXX.X (%MXXXX<%M1024)	1,1	0,6
RNF	%MXXXX.X (%MXXXX>%M1024)	1,3	0,7
RNF	%SXXXX.X	1,1	0,6

Tabela 2-19. Tempos das instruções de relés

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
COB	%M,%M, %KM -> %M	4,9	2,5
CON	%M,%KM -> %M	3,6	1,9
TED	%M,%KM -> %M	3,1	1,6
TEE	%M,%KM -> %M	3,1	1,6

Tabela 2-20. Tempos das instruções de contagem

Instrução	Operandos	Tempo (us)	
		PO3047	PO3147 e PO3247
AND	%M=%Mand%M	4,3	2,2
NEG	-	0,6	0,3
OR	%M=%Mor%M	4,3	2,2
XOR	%M=%Mxor%M	4,3	2,2

Tabela 2-21. Tempos das instruções de operações lógicas

A aplicação do usuários (programa) interfere diretamente na atualização do dado na CPU, quanto maior a aplicação maior será o tempo entre duas atualizações de E/S, assim para que melhore os tempos de atualização caso seja necessário utilizar uma das seguintes opções:

- aplicação seja menor que o Tempo de Resposta dos Módulos no Barramento Local
- utilizar a F-AES.087 em um Módulo de Interrupção de Tempo (E018)
- utilizar a F-AES.087 em um Módulo de Interrupção de Tempo (E020)
- utilizar a F-AES.087 em pontos dentro do programa para atualizar os dados

ATENÇÃO:
O uso da F-AES.087 modifica os valores dos operandos de E/S antes que o processamento do programa aplicativo seja concluído, caso o usuário responsável pela programação não considerar esta característica na aplicação, isto pode gerar comportamentos indesejados nos resultados do programa.

ATENÇÃO:
Não é recomendado o uso do comando de forçamento de pontos de E/S quando a aplicação contiver a função F-AES.087, resultando em alterações dos valores dos pontos.

Ladder de interrupção (E018 e E020)

Os módulos de interrupção E018 e E020 tem seu tempo de execução variável, como é um módulo feito pelo usuário, dependendo exclusivamente das instruções colocadas no módulo.

O módulo E018 é executado ciclicamente, num período definido pelo usuário no módulo de configuração C000 (50 ms, 25 ms, 10 ms, 5 ms ou 2,5 ms).

O módulo E020 é executado quando ocorre uma borda de subida na entrada digital.

Tempo de Processamento da Redundância

O processamento da redundância exige que um volume de dados seja trocado entre as duas UCPs através do barramento. Para fazer esta troca de dados é gasto um tempo que varia em função da configuração e da quantidade de dados trocado.

Tendo a redundância habilitada já são gastos 11ms (chamado T0) para fazer a cópia dos operandos %E e %S e também mais alguns bytes utilizados para controle interno no processamento de instruções e outras funções do sistema operacional.

Além disso são gastos outros 3,2ms, em média, para cada 1024 bytes declarados nas relações redundantes. Este número pode variar um pouco devido a forma como a redundância foi configurada. Por exemplo, se forem configuradas muitas relações com poucos bytes o tempo pode ser maior. Se forem declaradas poucas relações com muitos bytes o tempo pode ser menor.

Supondo que se queira realizar uma configuração redundante. Nela estão declaradas 5 relações:

- Primeira relação: operando %M5000 a %M6023
- Segunda relação: operando %I0000 a %I1023
- Terceira relação: operando %F0000 a %F1023
- Quarta relação: %TM0 com 255 posições
- Quinta relação: %TF0 com 255 posições

Para calcular o tempo da redundância é necessário primeiro calcular o tempo de cada relação. Para o calculo do número de bytes de cada relação considere o número de bytes de cada tipo de operando conforme tabela abaixo:

Tipo de Operando	Número de bytes
%A	1
%M e %TM	2
%I e %TI	4
%F e %TF	4
%D e %TD	4

Tabela 2-22. Número de bytes por tipo de operando

Utilizando o número de bytes da Tabela 2-22 é possível calcular o número de bytes e consequentemente o tempo de cada relação:

- Primeira relação: 2048 bytes = 6,4ms (T1)
- Segunda relação: 4096 bytes = 12,8ms (T2)
- Terceira relação: 4096 bytes = 12,8ms (T3)
- Quarta relação: 510 bytes = 1,6ms (T4)
- Quinta relação: 1020 bytes = 3,2ms (T5)

Para obter o tempo de redundância basta somar o tempo de cada relação ao tempo T0 com o tempo de todas as relações:

Tempo de processamento da redundância

= T0 + T1 + T2 + T3 + T4 + T5

= 11ms + 6,4ms + 12,8 + 12,8 + 1,6ms + 3,2ms

= 47,8ms

Esta soma será sempre igual ao número de relações declaradas mais um. O calculo também pode ser feito somando o número total de bytes, calculando o tempo para processar estes e depois somar com T0.

Quando a UCP backup não está no barramento ou está em estado desconfigurado o tempo de processamento da redundância diminui para 5ms que é o tempo necessário para que a CPU primária detectar o timeout na atividade da outra UCP.

Processamento de Interrupções

Interrupções são processos executados fora do ciclo normal de execução da UCP, a série PO3x47 possui as seguintes interrupção:

- Interrupção de Tempo (E018)
- Interrupção Externa (E020)
- Interrupção de Serial

Estes processos permitem a UCP um tempo de resposta mais rápido e maior precisão em operações internas.

Interrupção de Tempo (E018)

A interrupção de tempo E018 permite ao usuário que uma parte de sua aplicação seja executada com intervalos de tempo constantes (50ms, 25ms, 10ms, 5ms, 3.125ms e 2.5ms).

Para auxiliar em aplicações que necessitem tempo de resposta rápido, utiliza-se dentro da E018 a função F-AES.087, que permite que os pontos de E/S sejam atualizados independente do laço de execução principal (E001).

ATENÇÃO:
O módulo E018 estará operando após a execução do módulo de partida E000, que roda quando o CP entrar em execução.

PERIGO:
Caso a aplicação utilize o módulo de Interrupção de Tempo (E018), este módulo NÃO será executado durante a operação de Compactação de RAM.

Interrupção Externa (E020)

A interrupção externa E020 é acionada a partir de uma borda de subida do sinal fisicamente no primeiro ponto de entrada digital do módulo declarado no MasterTool Extended Edition como sendo o módulo de interrupção externa. Para habilitar a interrupção externa é necessário configurá-la nas configurações de barramento do módulo C000. Após configurado ao incluir o módulo E020 no programa aplicativo, a entrada do módulo configurado será alocada para interrupção, sendo chamado a cada borda gerada nesta.

Para auxiliar em aplicações que necessitem tempo de resposta rápido, utiliza-se dentro da E020 a função F-AES.087, que permite que os pontos de E/S sejam atualizados independente do laço de execução principal (E001).

Quando a E020 é executada o ponto de entrada não tem seu valor escrito no respectivo operando (%E). Os operandos de entradas e saídas são atualizados após o término da execução do módulo E001.

ATENÇÃO:
Caso seja necessário, a função F-AES.087 permite atualizar o operando, lembrando que esta função atualiza todos os operandos de um respectivo módulo, consultar a documentação do módulo F-AES.087.

ATENÇÃO:
O módulo E020 estará operando após a execução do módulo de partida E000, que roda quando o CP entrar em execução.

Interrupção Serial

Esta interrupção não é manipulada pelo usuário e sim pela UCP. Ela garante que ao ocorrer uma comunicação através de uma porta serial os bytes recebidos/transmitidos são processados de forma correta a ponto de não ocorrer falhas na comunicação.

Após receber uma comunicação esta fica armazenado até que o laço de execução (E001) seja terminado.

ATENÇÃO:
A UCP processa 01 (uma) comunicação por laço de execução para cada canal serial que esteja usando ALNET I ou MODBUS. Para protocolos operados por módulos F, o processamento depende de quando é executada a sua chamada.

Alimentação

As UCPs possuem fonte de alimentação embutida, devendo receber alimentação de 24 Vdc (de 19 a 30 Vdc, incluindo ripple).

Esta fonte tem condições de alimentar os módulos de E/S com um limite de 700mA. Quando for necessário a instalação de uma quantidade superior de módulos de E/S, uma fonte PO8085 e sua base PO6800 devem ser instalados no início do próximo segmento, os primeiros módulos que totalizam 700mA. O software MasterTool ProPonto - MT6000 auxilia na construção do barramento, indicando a eventual necessidade de fontes adicionais (ver manual específico). Ver nas Características Técnicas – CT de cada módulo o consumo no barramento.

Dimensões Físicas

As figuras a seguir mostram as dimensões físicas das UCPs da série PO3x47.

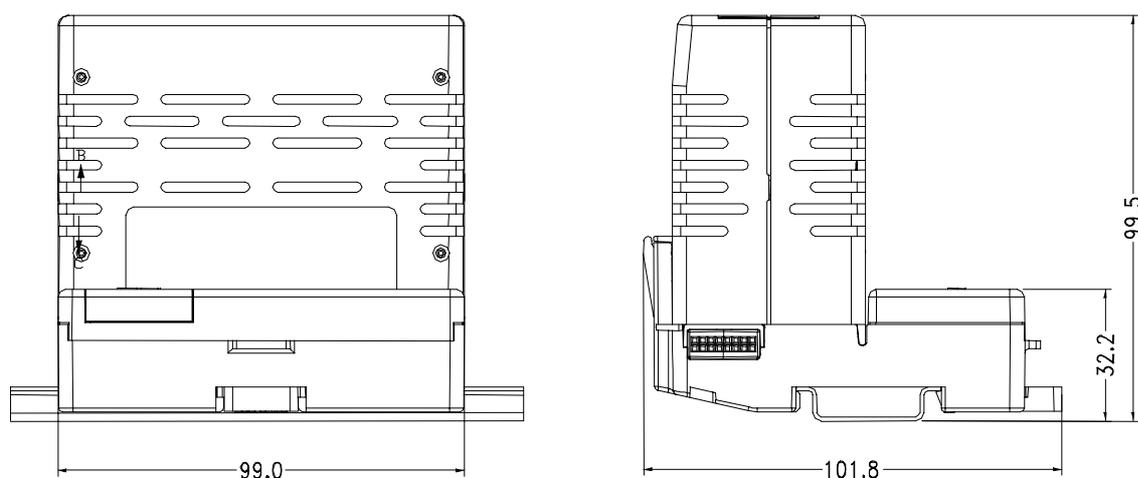



Figura 2-14. Dimensões físicas do equipamento

Dados para Compra

Os seguintes códigos devem ser utilizados na compra do produto:

Código	Denominação
PO3047	UCP 256K Flash, 16 Módulos E/S, 1 USB, 1 RS-485, 1 RS-232, MODBUS, Visor, Ethernet
PO3147	UCP 512K Flash, 30 Módulos E/S, 1 USB, 1 RS-485, 1 RS-232, MODBUS, Visor, PROFIBUS, Ethernet
PO3247	UCP 1M Flash, 30 Módulos E/S, 1 USB, 1 RS-485, 1 RS-232, MODBUS, Visor, PROFIBUS, Ethernet, WebServer, Redundância

Tabela 2-23. Códigos das UCPs da série PO3x47

Produtos Relacionados

Os seguintes produtos devem ser adquiridos separadamente quando necessário:

Código	Denominação
PO6307	Base UCP PO3x47
AL-1338	Cabo RS-485
AL-1715	Cabo RJ45-CFDB9
AL-1718	Cabo RJ45-CMDB9 RS232C
AL-1719	Cabo RJ45-CMDB9 RS232
AL-1720	Cabo RJ45-CMDB9 RS232 / RS485
AL-1731	Cabo RJ45-CMDB9 RS485
AL-1746	Cabo USB CP/Microcomputador
AL-2301	Cabo para Rede RS-485 (até 1000 metros)
AL-2305	Cabo UCP/ Derivador
AL-2306	Cabo para Rede RS-485 (até 500 metros)
AL-2600	Derivador e Terminação
AL-2601	Conector DB9 para Rede RS-485
AL-2700	Funções Matemáticas
AL-2703	Módulos F de Comunicação
MT4100	MasterTool Programming MT4100
MT6000	MasterTool ProPonto c/ Manuais
MT8000	MasterTool Extended Edition
PO4053	Interface de Rede PROFIBUS-DP
PO7091	Interface Industrial Ethernet
PO8524	Terminação de Barramento (reposição)
PO8525	Derivador e Terminação p/ rede RS485
PO8530	Bateria de Lítio (reposição)

Tabela 2-24. Produtos relacionados com as UCPs da série PO3x47.

PO6307: Esta base é comum para as UCPs da série PO3x47.

AL-1715: Este cabo possui um conector serial RJ45 e outro DB9 RS232 fêmea padrão IBM/PC. Pode ser utilizado nas interface seriais COM 1 e COM 3 para:

- Interligação a IHMs com conectores compatíveis com o padrão IBM/PC para supervisão local do processo
- Interligação a um microcomputador padrão IBM/PC com software de supervisão.

- Interligação a um microcomputador padrão IBM/PC para programação da UCP, via software MasterTool

AL-1718: Este cabo possui um conector RJ45 e outro DB9 RS232 macho com pinagem padrão Altus. Pode ser utilizado nas interfaces seriais COM1 e COM3 para:

- Interligação a um AL-1413.

AL-1719: Este cabo possui um conector serial RJ45 e outro DB9 RS232 macho com pinagem padrão Altus. Pode ser utilizado nas interface seriais COM 1 e COM 3 para:

- Interligação a uma IHM do tipo Foton 5 ou Foton 10

AL-1720: Este cabo possui um conector serial RJ45 e outro DB9 RS232/ RS485 macho com pinagem padrão Altus. Pode ser utilizado nas interface seriais COM 1 e COM 3 para:

- Interligação a uma IHM do tipo Foton 1 ou Foton 3

AL-1731: Este cabo possui um conector DB9 RS485 macho pinagem padrão Altus e outro RJ45. Pode ser utilizado para interligar o canal serial COM2 no módulo PO8525.

AL-1746: Este é um cabo padrão USB utilizado para comunicação entre uma porta USB do microcomputador e o canal serial COM1 da UCP PO3x47.

AL-1338: Cabo utilizado para interligar 2 equipamentos através de uma interface serial RS-485. Possui conectores DB9 RS485 macho.

AL-2301: Cabo blindado de dois pares trançados, sem conectores, para ser utilizado em redes RS-485, tal como:

- Interligação numa rede RS485 entre dois ou mais AL-2600 ou PO8525, com comprimento máximo de 1000 metros.

AL-2305: Este cabo possui um conector DB9 e na outra ponta terminais individuais para bornes. É usado na interface serial COM2, padrão RS485.

AL-2306: Cabo blindado de dois pares trançados, sem conectores, para ser utilizado em redes RS-485, tal como:

- Interligação numa rede RS485 entre dois ou mais AL-2600 ou PO8525, com comprimento máximo de 500 metros. Acima de 500 metros, deve ser utilizado o cabo AL-2301.

AL-2600: Este módulo é um meio prático de fazer a interligação de uma rede padrão RS485 (cabo AL-2301) ao cabo AL-2305. É um módulo totalmente passivo possuindo apenas conectores para a derivação e resistores para terminação da rede.

AL-2601: Este conector pode ser utilizado para interligar o canal serial COM2, padrão RS-485, numa rede, através dos cabos AL-2301 ou AL-2306, tendo ainda a possibilidade de utilizar um derivador se necessário (AL-2600).

PO8525: Este módulo pode ser utilizado para a interligação de um rede RS-485. Possui dois bornes para a derivação da rede, resistores para a terminação, e um conector RJ45, onde a interface serial COM2 da UCP pode ser conectada diretamente utilizando o cabo AL-1731.

3. Configuração

As UCPs da série PO3x47 são configuradas e programadas através do software MasterTool Extended Edition. A configuração realizada define o comportamento das UCPs. A programação representa a aplicação desenvolvida pelo usuário em linguagem de relés e blocos lógicos, também chamada de programa aplicativo.

Os seguintes itens serão abordados nas páginas seguintes:

- operandos de E/S e de diagnósticos
- operandos ponto flutuante
- operandos inteiros
- troca a quente
- canal serial principal (COM1)
- canais seriais auxiliares (COM2 e COM3)
- ALNET I escravo
- MODBUS RTU escravo
- MODBUS RTU mestre
- Relógio/Calendário
- Redundância de UCP
- conversão de código

ATENÇÃO:
Este capítulo fornece informações gerais sobre a configuração e programação das UCPs da série PO3x47. No entanto, para obter maiores informações sobre como configurar as UCPs, consulte o MasterTool Extended Edition – Manual de Utilização (MU299604), e para conhecer detalhes sobre a forma de programação e sintaxe da linguagem Ladder, consulte o MasterTool Extended Edition – Manual de Programação (MP399102) – disponível no site www.altus.com.br

Operandos de E/S e de Diagnósticos

Nas UCPs da série PO3x47, o programador permite que o usuário informe o início da faixa de operandos dos módulos de E/S. Os operandos de E/S são de quatro tipos:

- entrada digital
- saída digital
- memória de entrada (utilizada para módulos não digitais, como PO1112, que tem oito entradas analógicas)
- memória de saída (utilizada para módulos não digitais, como PO2132, que tem quatro saídas analógicas)

O primeiro octeto de entrada digital é sempre o %E0000; os outros operandos são definidos pelo usuário conforme a opção mais adequada, de acordo com o seu programa aplicativo.

Para pontos digitais, a regra de alocação de operandos (%E e %S) é fixa, ou seja, os pontos são alocados conforme a sua posição no barramento: o **primeiro ponto de entrada digital** é %E0000.0, o segundo é %E0000.1, e assim sucessivamente, até que todos os pontos de entrada tenham sido alocados, porém sem ultrapassar o **primeiro octeto de saída digital**. Os pontos digitais de saída começam com o primeiro octeto de saída digital e seguem até o operando %S0511, mas esta opção pode ser modificada pelo usuário.

Os módulos analógicos são processados automaticamente pela UCP em operandos memória (%Mxxxx). A informação do **primeiro operando memória de entrada** e do **primeiro operando memória de saída** fornecem ao programador uma referência para proceder à alocação.

O usuário pode modificar os operandos de um módulo analógico. Esta característica permite aumentar ou modificar o número de pontos analógicos sem que a aplicação tenha que ser modificada.

ATENÇÃO:
Um operando %E não pode ter o mesmo número de octeto de um operando %S, ou seja, não podem coexistir os octetos %E0023 e %S0023, por exemplo. Além disso, como os dois tipos de operandos são octetos, a soma dos operandos %E e %S tem o limite estipulado de 512.

O **primeiro operando memória de diagnóstico** sugere ao programador onde iniciar a alocação dos operandos %M para onde serão escritos os diagnósticos da UCP e dos módulos. Os operandos de diagnósticos da UCP estão descritos no capítulo 5, Diagnósticos via Operandos. Já para os diagnósticos dos módulos do barramento, é necessário consultar a CT de cada módulo para entender esses diagnósticos.

Troca a Quente

As UCPs da série PO3x47 apresentam a possibilidade de troca dos módulos de E/S do barramento sem a necessidade de desligamento do sistema e sem perda de informações. Esta característica é conhecida como **troca a quente**.

CUIDADO:
As UCPs da Série Ponto não possuem características de troca a quente. Esta característica é reserva aos módulos de E/S. O troca do estado da UCP e seu reset deve ser efetuado pelo software de programação MasterTool ou desenergizando a base. Não há garantia do estado a UCP em caso da inserção da mesma na base energizada.

Na troca a quente, o comportamento do sistema relacionado se modifica conforme a configuração definida pelo usuário, que apresenta as seguintes opções, conforme descrito mais adiante (para maiores detalhes, consulte o Manual de Utilização do MasterTool):

- desabilitada
- habilitada com consistência na partida
- habilitada sem consistência na partida

Assim, o usuário pode escolher o comportamento que o sistema deverá apresentar em situações anormais de barramento e quando o CP estiver em estado de execução. A tabela a seguir apresenta as possíveis situações anormais de barramento.

Situação	Possíveis causas
Módulo ausente	- O módulo foi retirado do barramento. - Algum módulo não está respondendo à UCP por estar com defeito. - Alguma base de módulo está com defeito.
Módulo excedente	- O módulo está presente no barramento, mas não está declarado da configuração.
Módulo diferente da declaração	- Algum módulo que está presente no barramento é diferente do que está declarado na configuração.

Tabela 3-1. Situações anormais de barramento

Troca a Quente Desabilitada

Nesta configuração, o CP entra imediatamente em estado de erro quando ocorre uma situação anormal de barramento (conforme a tabela anterior).

Troca a Quente Habilitada com Consistência na Partida

"Partida" é a primeira vez em que a UCP entra em modo de execução após ser alimentada. Esta configuração verifica se ocorreu alguma situação anormal de barramento (conforme a tabela anterior) durante a partida; em caso positivo, a UCP entra em estado de erro. Após a partida, se algum módulo apresentar alguma das situações citadas na tabela anterior, o sistema continuará trabalhando normalmente e sinalizará o problema via diagnóstico.

ATENÇÃO:
- Nesta configuração, quando ocorrer falta de alimentação, mesmo que temporária, e algum módulo estiver em uma situação anormal de barramento, a UCP entrará em erro, pois esta é considerada uma situação de partida.
- Esta é a opção mais recomendada, pois garante a integridade do sistema na sua inicialização e permite a troca de módulos com o sistema funcionando.

Troca a Quente Habilitada sem Consistência na Partida

Permite que o sistema continue funcionando mesmo quando algum módulo estiver em uma situação anormal de barramento (conforme tabela anterior). As situações anormais são relatadas via diagnóstico, tanto durante como após a partida.

ATENÇÃO:
Esta opção é recomendada para a fase de implantação do sistema, pois permite que trocas de módulos e o desligamento da alimentação sejam feitos sem a presença de todos os módulos configurados.

Como realizar a Troca a Quente

CUIDADO:
Antes de proceder à troca a quente, é importante descarregar eventuais potenciais estáticos acumulados no corpo. Para isso, toque (com as mãos nuas) em uma superfície metálica aterrada antes de manipular os módulos. Tal procedimento garante que os níveis de eletricidade estática suportados pelo módulo não serão ultrapassados.

O procedimento para a troca de módulos a quente é descrito a seguir:

1. Afaste a trava que prende o módulo à base.
2. Retire o módulo, puxando-o firmemente.
3. Insira o novo módulo, empurrando-o perpendicularmente em direção à base num movimento único.
4. Certifique-se de que a trava que prende o módulo à base está totalmente conectada ao módulo; caso necessário, empurre-a em direção ao módulo.

No caso de módulos de saída, é conveniente que os pontos estejam desligados por ocasião da troca, a fim de reduzir a geração de arcos no conector do módulo. Isso pode ser feito pelo desligamento da fonte de campo ou pelo forçamento dos pontos via ferramentas de software. Se a carga for pequena, não há a necessidade de desligar os pontos.

ATENÇÃO:
Proceda sempre à substituição de um módulo por vez, para que a UCP atualize os estados dos módulos.

Canal Serial Principal - COM1

Este canal é do padrão USB 2.0 utilizando o protocolo ALNET I Escravo, permitindo assim a configuração da UCP através das portas deste padrão disponíveis nos microcomputadores. Para possibilitar a utilização deste canal serial é necessário instalar o driver USB no microcomputador a ser utilizado. É importante salientar que este driver deve ser instalado em todos os equipamentos onde se deseja comunicar via USB com a UCP.

A configuração da velocidade de comunicação deste canal é 115200 bps.

ATENÇÃO:
O padrão USB 1.0 é totalmente compatível com o padrão USB 2.0. Portanto a serial das UCPs PO3x47 podem ser utilizadas em portas USB de qualquer versão.

Instalação do Driver USB

Para que a COM1 das UCPs PO3x47 possam se conectar a um microcomputador um driver deve ser instalado. Este driver se encontra disponível no CD de distribuição do MasterTool Extend Edition. Para instalar o driver execute o autorun do MasterTool Extend Edition e após selecionar a linguagem, clique no botão para instalação do driver USB.

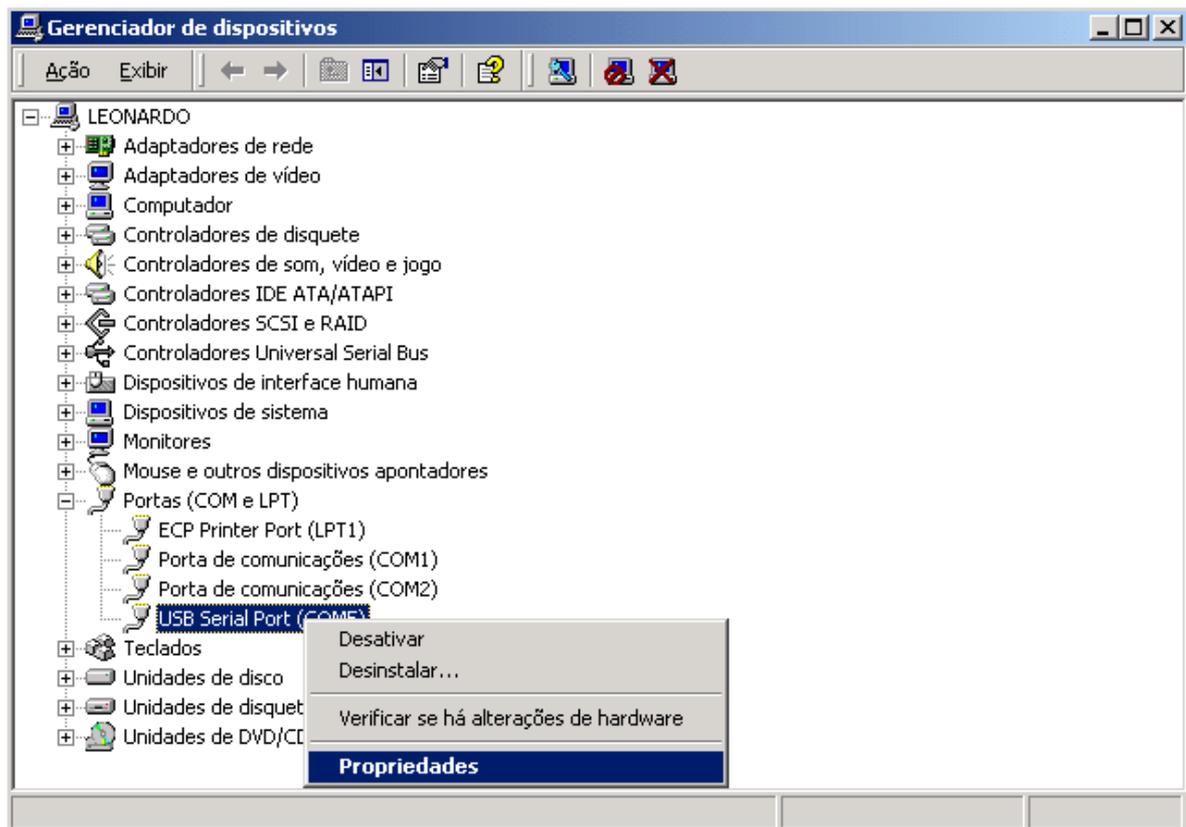



Figura 3-1. Gerenciador de dispositivos do Windows

Após a instalação uma nova porta de comunicação será criada. O número da porta criada pode ser vista no Sistema do Windows(...Configurações\Painel de Controle\Sistema\Hardware\Gerenciador de dispositivos).

Caso se queira alterar o número da COM para utilização é possível fazê-lo alterando esta configuração clicando com o botão direito do mouse sobre ela e entrando na opção propriedades, como é mostrado na Figura 3-1.

ATENÇÃO: O número da porta de comunicação disponível para ser configurada no MasterTool Extended Edition pode ser escolhido entre COM1, COM2, COM3 e COM4. Apesar disso é possível editar este campo e especificar qualquer número de COM válido (1 a 256).

Canais Seriais Auxiliares - COM2 e COM3

Os canais auxiliares possuem uma versatilidade maior do que o canal principal, permitindo uma seleção dentre vários protocolos diferentes. A tabela a seguir demonstra as possibilidades de configuração destes canais.

Configuração	Descrição	Possibilidades
Velocidade	Velocidade da porta de comunicação serial	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 e 115200 bps
Endereço	Endereço do CP na rede conectada ao canal	A faixa de valores permitidos para campo depende diretamente do protocolo selecionado: • ALNET I escravo: 0 a 254, endereço da UCP na rede ALNET I ao se comunicar através do canal serial configurado. • MODBUS RTU escravo: 1 a 247 • Configurado por módulo F: sem aplicação. Deve ser selecionado quando forem utilizados módulos F de comunicação no canal serial, como por exemplo AL-2703 • MODBUS RTU mestre: sem aplicação
Sinais de modem (somente COM3)	Comportamento dos sinais RTS/CTS durante a comunicação	**Sem RTS/CTS:** estes sinais não são manipulados durante a comunicação, e o RTS permanece desacionado. **Com RTS/CTS:** antes de iniciar a transmissão, o RTS é acionado e o CTS é monitorado; quando este chega, então a transmissão é executada. Ao término da transmissão, o RTS é desacionado. **Com RTS sem CTS:** o RTS é acionado antes da transmissão e desacionado após o seu término, não havendo o monitoramento do sinal de CTS. **Com RTS sempre ligado:** o sinal de RTS permanece sempre ligado.
Protocolo	Protocolo segundo o qual o canal se comunica	• ALNET I escravo • MODBUS RTU mestre • MODBUS RTU escravo • AL-2703 - Comunicação genérica
Configuração MODBUS	Permite configurar as relações de comunicação via MODBUS	No caso do protocolo MODBUS mestre, configura as relações de troca de dados entre o mestre e o escravo (ver o item MODBUS RTU Mestre, mais adiante). No caso de MODBUS escravo, configura as relações entre operandos Altus e as áreas de operandos MODBUS (ver o item MODBUS RTU Escravo, mais adiante).
Configuração da paridade da comunicação	Configura a paridade da porta serial	• Sem paridade • Paridade par • Paridade ímpar • Paridade sempre 0 • Paridade sempre 1
Configuração do número de stop bits da comunicação	Configura os stop bits da porta serial	1 stop bit 2 stop bits

Tabela 3-2. Configuração dos canais seriais COM2 e COM3

O capítulo 7, Aplicações Especiais com Serial RS-232, traz detalhes sobre os modems com os quais os canais podem trabalhar, bem como uma série de dicas e restrições relacionadas ao assunto.

Especificamente com relação aos protocolos, há dois tipos: **internos** e **carregáveis**.

Protocolos **internos** são aqueles integrantes da UCP (serão vistos a seguir). Sua configuração é integrada ao programador.

Os protocolos **carregáveis** necessitam que o módulo F correspondente seja carregado no CP. Entre os protocolos disponíveis para as UCPs Ponto está o AL-2703 (comunicação genérica). A

configuração dos protocolos **carregáveis** ocorre na edição das lógicas, na instrução CHF. Para obter maiores informações, consulte o manual do programador e o manual do protocolo correspondente.

> ATENÇÃO:
> Para que os protocolos carregáveis funcionem corretamente, é necessário configurar, no programador MasterTool, a opção "Configurado no módulo F", no botão correspondente às opções do canal serial desejado.

ALNET I Escravo

Este é o protocolo presente em todos os canais seriais das UCPs da Série Ponto (padrão de fábrica). Sua principal função é interligar a UCP com o programador, com vistas à configuração e programação da UCP. Outras funções disponibilizadas são: forçamento de pontos de E/S, monitoração de operandos e interligação do controlador a uma rede de supervisão ALNET I, conexão do CP a IHMs e supervisórios e interligação com outros CPs que implementem o protocolo ALNET I mestre. Para obter maiores detalhes sobre este assunto, consulte o Manual de Utilização e o Manual de Programação do MasterTool.

É possível colocar o CP em rede ALNET I ou mista (ALNET I e ALNET II, utilizando gateways). Para isso, é necessário respeitar as regras de construção dos endereços de rede. Para obter mais informações sobre este assunto, consulte a norma específica sobre o protocolo ALNET I (NTP031).

MODBUS RTU Escravo

Este protocolo está disponível nas UCPs PO3x47 nos seus canais auxiliares, permitindo que dispositivos mestres MODBUS RTU sejam conectados ao CP. Como as UCPs possuem dois canais auxiliares, é possível conectá-la a duas redes MODBUS diferentes (uma em cada canal auxiliar). Este protocolo somente está disponivel quando a UCP estiver em modo execução.

Para configurar este protocolo, é necessário executar os seguintes passos no software MasterTool:

- atribuir o protocolo MODBUS RTU escravo aos canais auxiliares COM2 ou COM3
- escolher a velocidade de comunicação
- escolher o comportamento dos sinais RTS/CTS
- configurar paridade e stop bit do canal
- definir o endereço do nó na rede
- se necessário, definir as relações (o software programador já apresenta relações padrão)

Relações do MODBUS Escravo

As relações consistem na conversão de operandos do CP para operandos MODBUS, permitindo ao usuário identificar e/ou informar quais áreas do CP poderão ser manipuladas via rede MODBUS. Elas podem ser padrão (previamente configuradas) ou, então, definidas pelo usuário, conforme descrito a seguir. Para configurar as relações, entre em **Relações MODBUS** no software MasterTool (consulte o manual do software para obter instruções detalhadas).

É possível configurar no máximo 20 relações para MODBUS escravo. No caso de utilização do MODBUS nos dois canais este limite é a soma das relações de cada canal, que não pode ultrapassar 20 relações.

Relações Padrão

O protocolo MODBUS RTU escravo possui duas relações padrão, que permitem que o mestre MODBUS tenha acesso a todos os operandos auxiliares do CP – como Coil (%A0000.0 a %A0511.7 = Coil 1 a 4096) – e aos primeiros 1000 operandos memória – como Holding Register (%M0000 a %M0999 = Holding Register 1 a 1000). Estas relações podem ser editadas ou removidas através do

programador MasterTool, na janela de configuração das relações do protocolo MODBUS RTU Escravo. A tabela a seguir ilustra a colocação:

Operandos do CP ALTUS	Operandos MODBUS
%A0000.0 até %A0511.7	Coil 1 até 4096
%M0000 até %M0999	Holding Register 1 até 1000

Tabela 3-3. Relações padrão do protocolo MODBUS RTU escravo

Relações Definidas pelo Usuário

A norma do protocolo MODBUS define quatro áreas de manipulação de dados, que permitem a leitura ou escrita em bits ou palavras (16 bits).

Os operandos MODBUS estão divididos nas áreas de Coil, Input, Input Register e Holding Register, que acessam bits (Coil ou Input) ou palavras de 16 bits (Input Register ou Holding Register). Dependendo das áreas, é possível relacioná-las com certos tipos de operandos do CP, como demonstra a tabela a seguir.

Área MODBUS	Operandos do CP ALTUS	Descrição
Coil	%E, %S, %A, %M	Bits ou pontos de saída
Input	%E, %S, %A, %M	Bits ou pontos de entrada
Input Register	%M, %TM, %D, %TD	Registradores de entrada
Holding Register	%M, %TM, %D, %TD	Registradores de saída

Tabela 3-4. Operandos MODBUS que podem ser relacionados a operandos do CP

Para construir uma relação no software MasterTool, deve-se definir: a área de dados a que a mesma se refere, o operando MODBUS inicial, a quantidade de operandos da relação e o operando inicial no CP. A tabela a seguir mostra como os operandos no CP são interpretados e transmitidos pela rede MODBUS.

Área de dados	Operandos MODBUS	Quantidade	Operandos ALTUS
Input	0001 a 0032	32	%E0010.0 a %E0013.7
Input	0033 a 0672	640	%M0500.0 a %M0539.F
Coil	0001 a 4096	4096	%A0000.0 a %A0511.7
Input Register	0001 a 0076	76	%D0000 a %D0037
Input Register	1001 a 1100	100	%M0100 a %M0199
Holding Register	4097 a 4350	254	%TM10
Holding Register	0255 a 0500	246	%D0038 a %D00160
Holding Register	0501 a 2500	2000	%M0600 a %M2599

Tabela 3-5. Relações entre os operandos MODBUS e do CP

Ao construir as relações, deve-se priorizar relações contínuas, como no caso de Coil, que relaciona os operandos MODBUS de 0001 a 4096 a todos os 512 operandos %A do CP, disponibilizando todos esses operandos via rede MODBUS. Desta forma, obtém-se uma melhor performance do protocolo MODBUS RTU escravo.

As funções que o protocolo MODBUS RTU escravo processa são descritas na tabela a seguir. A última coluna informa se a função do protocolo suporta endereçamento em Broadcast (00, no caso MODBUS). Assim, nas funções assinaladas com “Sim”, ao receber um comando com endereço 0 (zero), o CP executará o comando, mas não responderá ao mestre.

Função	Nome	Descrição	Área MODBUS	Limite	Broadcast
01	Leitura de Coil	Leitura de n pontos definidos como Coil	Coil	2000	Não
02	Leitura de Input	Leitura de n pontos definidos como Input	Input	2000	Não
03	Leitura de Holding Register	Leitura de n operandos definidos como Holding Register	Holding Register	125	Não
04	Leitura de Input Register	Leitura de n operandos definidos como Input Register	Input Register	125	Não
05	Escrita de 1 Coil	Escrita de 1 ponto definido como Coil	Coil	1	Sim
06	Escrita de 1 Holding Register	Escrita de 1 operando definido como Holding Register	Holding Register	1	Sim
15	Escrita de Coil	Escrita de n pontos definidos como Coil	Coil	1976	Sim
16	Escrita de Holding Register	Escrita de n operandos definidos como Holding Register	Holding Register	123	Sim
22	Aplicação de máscara em 1 Holding Register	Aplicação de máscaras em 1 Holding Register, permitindo a manipulação de parte do Holding Register (o resto permanece inalterado)	Holding Register	1	Não
23	Leitura e escrita combinada em Holding Register	O mestre envia ao escravo n Holding Register para escrita e recebe como resposta outros Holding Register (esta função pode ser utilizada para otimizar a leitura e escrita cíclicas)	Holding Register	121 (escrita) 125 (leitura)	Não

Tabela 3-6. Funções suportadas pelo protocolo MODBUS RTU escravo

Fluxo de Operação do MODBUS Escravo

O protocolo MODBUS escravo é executado a cada ciclo do programa aplicativo e procede da seguinte forma:

- Verifica se existe algum frame recebido via serial. Em caso afirmativo, ele testa o frame em relação ao seu endereço de nó, testa o CRC e verifica se a função é suportada por seu interpretador.
- Se a função é válida, o protocolo executa o interpretador, que processa o frame e monta a resposta. O envio da resposta depende de se o frame recebido é um comando Broadcast ou não. Caso não seja, a resposta é transmitida, respeitando um intervalo mínimo de 20ms após o último frame recebido.
- Ao receber um frame inválido ou que não esteja de acordo com o seu endereço de nó, o protocolo descarta o frame e não transmite nada via rede.

Tempo de Resposta do MODBUS Escravo

Para calcular o tempo de resposta de uma UCP comunicando via MODBUS escravo, é necessário considerar os seguintes aspectos:

- Tempo de ciclo da aplicação (TCA) da UCP com MODBUS escravo.
- Velocidade de transmissão (VT) em bps.
- Número de bytes da resposta do escravo (NByR), que depende da função (é necessário consultar a norma MODBUS).
- Número de bits de cada byte (NB): tipicamente, os dispositivos MODBUS possuem 11 bits de dados por byte; no entanto, pode ocorrer que certos equipamentos possuam 10 bits.
- Atraso do meio físico (AMF), que depende do meio físico utilizado. Por exemplo, um barramento elétrico tem uma atraso típico de 5 ns por metro (assim, em 30 m, o atraso será de

150 ns). No caso de ondas de rádio, fibra ótica e linha telefônica, por exemplo, é necessário calcular, além do atraso do meio físico, o atraso gerado pelos dispositivos de comunicação com modems e conversores.

- Delay entre frames (DEF): tempo aguardado pela UCP para o disparo de um novo frame. Fixo em 20ms.

Para calcular o tempo de resposta máximo (TRM) do MODBUS escravo, após a recepção do último byte da pergunta do mestre, aplique a seguinte fórmula:

TRM(ms) = TCA(ms) + ((1/VT(bps) * NB * NByR) * 1000(ms) + AMF + DEF

ATENÇÃO: Caso o escravo esteja configurado para utilizar sinais de modem, deve ser considerado ainda o tempo de resposta do sinal CTS após o acionamento do sinal RTS pela UCP.

MODBUS RTU Mestre

Este protocolo está disponível para as UCPs PO3x47 nos seus canais auxiliares. Ao selecionar esta opção no MasterTool, o CP passa a ser mestre da comunicação MODBUS, possibilitando o acesso a outros dispositivos com o mesmo protocolo quando operando no modo Execução.

Para configurar este protocolo, é necessário executar os seguintes passos:

- atribuir o protocolo MODBUS RTU mestre aos canais auxiliares COM2 ou COM3
- escolher a velocidade de comunicação
- escolher o comportamento dos sinais RTS/CTS
- configurar paridade, stop bit do canal e delay interframe
- definir as relações entre operandos ALTUS e operandos MODBUS

ATENÇÃO: Um mestre MODBUS não possui endereço. Assim, na configuração do canal auxiliar (no MasterTool), o campo **Endereço** não tem aplicação.

No protocolo MODBUS mestre, o conceito de relação não está associado a uma área de dados, mas sim ao nó escravo e a uma função. Assim, é necessário configurar os seguintes parâmetros gerais:

- timeout escravo
- número de retentativas
- número de relações
- operandos de diagnóstico do protocolo MODBUS mestre
- operandos de controle das relações do protocolo MODBUS mestre
- habilitação de relação prioritária

Além disso, na construção das relações, é necessário configurar os seguintes campos:

- endereço do nó escravo
- função MODBUS
- operando MODBUS
- quantidade de operandos a comunicar
- operando de origem (leitura)
- operando de destino (escrita)
- operando de status da relação
- polling da relação

Cada um desses parâmetros e campos será descrito a seguir.

Parâmetros Gerais do Protocolo MODBUS Mestre

Timeout de Comunicação

Define o tempo (em unidades de 100 milissegundos) durante o qual o mestre irá esperar pela resposta do escravo. Este tempo é medido entre o final da requisição do mestre e o início da resposta do escravo. Após decorrido este tempo, o mestre incrementará o número de retentativas e retransmitirá a pergunta, e assim sucessivamente, até que as retentativas se esgotem. Por fim, se ainda não houver resposta, ele passará para a próxima relação.

Este parâmetro pode variar entre 1 e 100, resultando em tempos de 100 ms até 10 segundos. No entanto, ele deve ser configurado com o maior tempo que um escravo pode levar para responder, considerando o tempo de processamento do comando (pelo escravo) mais atrasos inseridos pelo meio físico.

Para maiores detalhes sobre como calcular o tempo de resposta de um escravo, consulte o item Tempo de Resposta do MODBUS Escravo, do capítulo 3, Configuração.

Número de Retentativas

Informa ao mestre o número de vezes que a transmissão deve ser repetida após a ocorrência de um dos seguintes problemas de comunicação:

- timeout (tempo máximo esperado)
- endereço da resposta errado
- função da resposta errada
- erro de CRC na resposta
- número de bytes da resposta maior que 255
- paridade, framing e overrun

O número de retentativas pode variar entre 0 e 20. No caso de 0, o mestre não irá retransmitir a pergunta, passando para a próxima relação.

Número de Relações

Permite ao usuário definir o número de relações que ele irá utilizar, estando limitado a 63 relações para cada canal auxiliar de comunicação.

Operandos de Diagnóstico do Protocolo MODBUS Mestre

Estes dois operandos demonstram o estado geral do canal configurado com o protocolo MODBUS RTU mestre.

Operando	Descrição
%Mxxxx	**Bit 15:** caso ligado, indica que o protocolo não foi configurado corretamente
%Mxxxx + 1	**Contador de relações executadas:** é incrementado cada vez que uma relação é disparada

Tabela 3-7. Operandos de diagnóstico

Operandos de Controle das Relações do Protocolo MODBUS Mestre

Estes operandos são do tipo %A, e cada bit representa uma relação, permitindo, assim, que o usuário ou a aplicação habilite ou desabilite uma relação. Como exemplo, caso sejam configuradas 12 relações, e caso o operando %A0500 seja configurado como o operando de controle, o mapa das relações ficará assim:

Bit de operando	Relação associada
%A500.0	Controle da 1ª relação
%A500.1	Controle da 2ª relação
%A500.2	Controle da 3ª relação
%A500.3	Controle da 4ª relação
%A500.4	Controle da 5ª relação
%A500.5	Controle da 6ª relação
%A500.6	Controle da 7ª relação
%A500.7	Controle da 8ª relação
%A501.0	Controle da 9ª relação
%A501.1	Controle da 10ª relação
%A501.2	Controle da 11ª relação
%A501.3	Controle da 12ª relação

Tabela 3-8. Exemplo de operandos de controle de relações

ATENÇÃO:
Para desabilitar uma relação, coloque o bit do operando %A correspondente em 1.

Habilitação de Relação Prioritária

Relação prioritária é aquela que é disparada alternadamente com a próxima relação da fila de disparos, permitindo sua transmissão o mais rápido possível. O mestre MODBUS gerencia isso e dispara uma relação de cada vez, ou a prioritária, ou a próxima relação existente na fila. É possível definir a primeira relação como prioritária, mas isso é opcional (para isso, habilite a opção Relação 1 Prioritária no software MasterTool).

Campos a serem Configurados na Construção de Relações

Endereço do Nó Escravo

Em cada relação, é necessário informar o endereço do nó escravo. Este endereço é utilizado pelo mestre e pelos escravos para identificar a quem pertence a pergunta realizada. Somente o nó com este endereço responderá à pergunta. É possível estabelecer várias relações para um mesmo escravo.

Caso o endereço configurado seja 0 (zero), a comunicação será considerada como Broadcast, ou seja, todos os escravos irão receber e processar a pergunta, mas nenhum irá responder.

ATENÇÃO:
Dois escravos diferentes, que utilizam a mesma rede, não podem possuir o mesmo endereço do nó.

Função MODBUS

Neste campo deve ser informado qual função será executada pela relação. A escolha da função depende de qual operação o mestre deverá executar no escravo e quais operações o escravo suporta.

As funções que o protocolo MODBUS RTU mestre envia aos escravos são apresentadas na tabela a seguir.

Função	Nome	Descrição	Área MODBUS	Limite	Broadcast
01	Leitura de Coil	Leitura de n pontos definidos como Coil	Coil	2000	Não
02	Leitura de Input	Leitura de n pontos definidos como Input	Input	2000	Não

03	Leitura de Holding Register	Leitura de n operandos definidos como Holding Register	Holding Register	125	Não
04	Leitura de Input Register	Leitura de n operandos definidos como Input Register	Input Register	125	Não
05	Escrita de 1 Coil	Escrita de 1 ponto definido como Coil	Coil	1	Sim
06	Escrita de 1 Holding Register	Escrita de 1 operando definido como Holding Register	Holding Register	1	Sim
15	Escrita de Coil	Escrita de n pontos definidos como Coil	Coil	1976	Sim
16	Escrita de Holding Register	Escrita de n operandos definidos como Holding Register	Holding Register	123	Sim
XX	Relação genérica	Permite que o usuário monte funções que não estão implementadas	-	-	Sim

Tabela 3-9. Funções suportadas pelo protocolo MODBUS RTU mestre

ATENÇÃO:
Relação genérica é uma função permite implementar comandos em situações nas quais o escravo necessite alguma função diferente das funções padrão geradas pelo mestre (01, 02, 03, 04, 05, 06, 15 e 16). Ela será descrita em detalhes mais adiante.

Operando MODBUS

Um operando MODBUS é o endereço de uma informação dentro do escravo MODBUS. É utilizado para referenciar dados que se deseja ler (funções 01, 02, 03 ou 04) ou escrever (funções 05, 06, 15 ou 16).

As UCPs PO3x47 que possuem MODBUS Mestre trabalham com operandos MODBUS com endereços de 5 dígitos, de 1 a 65535. Além dos 5 dígitos de endereçamento, o operando possui ainda mais um dígito de referência, que identifica a área do mesmo. Isso compõe a identificação completa do operando, possuindo 6 dígitos. Esse sexto dígito é transparente para o usuário, pois é definido através do comando selecionado.

Exemplos de endereçamento nas áreas MODBUS:

Endereço do Operando	Descrição	Identificação completa
00001	Coil 1	000001
35000	Coil 35000	035000
00100	Input 100	100100
00005	Input 5	100005
01253	Input Register 1253	301253
10050	Input Register 10050	310050
00001	Holding Register 1	400001
00100	Holding Register 100	400100

Tabela 3-3-10. Exemplo endereçamento área MODBUS

Os operandos MODBUS são independentes entre si em função da área. Por exemplo, o Coil 15 é diferente do Input 15, que é diferente do Holding Register 15, que é diferente do Input Register 15 – para acessar áreas diferentes são utilizadas funções diferentes, como pôde ser visto na tabela de funções suportadas pelo MODBUS RTU mestre.

Cada escravo possui o seu mapa de operandos. Portanto, é necessário ler o manual de cada escravo específico para identificar os operandos pertinentes aos dados fornecidos pelo mesmo.

ATENÇÃO:
Este campo não é utilizado na relação genérica.

Quantidade de Operandos a Comunicar

Este parâmetro configura a quantidade de operandos MODBUS do escravo que serão lidos. Além disso, ele fornece o número de operandos MODBUS que serão enviados ao escravo em uma função de escrita.

No caso de uma relação genérica, este campo informa quantos bytes serão enviados para o escravo, sem considerar os bytes de endereço, número da função e CRC (para maiores informações, veja o item Configuração das Relações Genéricas, mais adiante).

Operando de Origem (Escrita do mestre no escravo)

Este operando representa a origem dos dados a serem enviados ao escravo no caso de uma função de escrita ou relação genérica. Utiliza um operando do tipo %E, %S, %A, %M, %D, %TM ou %TD.

O operando de origem deve ser representado por uma subdivisão em bits no caso das funções 05 ou 15 (por exemplo: %A0045.0, %A0199.3, %E0000.5, %S0032.4, %M0100.A, %M2500.6). Já no caso das funções 06 ou 16, o operando deve ser representado sem subdivisão (por exemplo: %M0100, %D0007, %TM003, %TD000).

Nas relações genéricas, o operando do CP de origem deve ser representado exclusivamente por tabelas do tipo %TM (por exemplo: %TM035).

ATENÇÃO:
Este campo não é utilizado em funções de leitura.

Operando de Destino (Leitura no mestre do escravo)

Este operando representa o destino dos dados recebidos do escravo em funções de leitura ou relações genéricas. É necessariamente um dos seguintes operandos: %E, %S, %A, %M, %D, %TM ou %TD.

O operando de destino deve ser representado por uma subdivisão em bits no caso das funções 01 ou 02 (por exemplo: %A0054.0, %A0991.4, %E0010.2, %S0023.4, %M1000.A, %M0025.6). Já no caso das funções 03 ou 04, o operando de destino deve ser representado sem subdivisão (por exemplo: %M0700, %D0077, TM015, TD023).

Nas relações genéricas, o operando destino deve ser representado exclusivamente por tabelas do tipo %TM (por exemplo: TM035).

ATENÇÃO:
Este campo não é utilizado em funções de escrita.

Operando de Status da Relação

Este é um operando memória (%M) que fornece informação sobre o estado da relação, permitindo que o usuário e/ou a aplicação receba as informações e tome ações em casos de erro. A tabela a seguir mostra os bits deste operando:

Primeiro Operando de Status da Relação - %MXXXX																**Descrição**
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	
1																Relação inválida
	1															Relação desabilitada pelo usuário
		1														Relação disparada
			1													Relação executada com sucesso na última varredura

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Ocorreu erro na recepção da resposta na última varredura</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>Não utilizados</td></tr>
<tr><th colspan="16">Segundo Operando de Status da Relação - %MXXXX + 1</th><th rowspan="2">Descrição</th></tr>
<tr><th>15</th><th>14</th><th>13</th><th>12</th><th>11</th><th>10</th><th>9</th><th>8</th><th>7</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th><th>0</th></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Ocorreu erro de timeout</td></tr>
<tr><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Ocorreu erro de CRC na resposta</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Ocorreu erro no frame da resposta (total de bytes excede 255, erro de paridade, erro de caracter, etc.)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>Código do erro MODBUS</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Não utilizados</td></tr>
</table>

Tabela 3-11. Operandos de status da relação

Polling da Relação

Neste parâmetro do protocolo MODBUS mestre é determinado o período de tempo mínimo que deve existir entre duas execuções de uma relação. Este tempo é descrido em unidades de 100 milissegundos e pode variar entre 0 e 200.

Caso o valor 0 (zero) seja programado, a relação será sempre inserida na lista de relações prontas para comunicação após a sua execução. Caso sejam configurados valores entre 1 e 200, a relação só entrará na fila de prontos para comunicar depois que o tempo programado neste campo tenha decorrido.

Configuração das Relações Genéricas

A relação genérica pode ser utilizada quando o escravo necessita de uma função que não está implementada no protocolo MODBUS RTU mestre das UCPs PO3x47(01, 02, 03, 04, 05, 06, 15 e 16). O usuário deve construir a pergunta e tratar a resposta no programa aplicativo.

Os campos de uma relação genérica são os seguintes:

- nó do escravo: mesmas características de uma relação normal
- função MODBUS: selecionar a opção “genérica”
- número da função: informar o número da função
- operando MODBUS: não é utilizado
- quantidade de operandos: informar quantos bytes serão inseridos na pergunta
- operando de origem: informar um operando tipo %TM com, no mínimo, 130 posições
- operando de destino: informar um operando tipo %TM com, no mínimo, 130 posições
- operando de status: mesmas características de uma relação normal
- polling da relação: mesmas características de uma relação normal

A relação genérica monta uma pergunta com os seguintes componentes:

- endereço do nó escravo (informado pelo usuário)
- número da função (informado pelo usuário)
- operando de origem (informado pelo usuário; o número de bytes a serem inseridos na pergunta está descrito no campo quantidade, também preenchido pelo usuário)
- CRC (calculado pelo protocolo MODBUS mestre)

A resposta a esta pergunta é recebida pelo protocolo MODBUS mestre, que verifica o endereço e a função (ambos devem ser iguais aos da pergunta), bem como o CRC. Caso estas informações estejam corretas, a relação coloca os bytes da resposta no operando de destino, exceto os campos de endereço do nó, função e CRC.

Exemplo de Relação Genérica

Para exemplificar uma relação genérica, vamos utilizar a função 23 da norma MODBUS. Apesar de esta função não estar implementada no protocolo MODBUS mestre, uma relação genérica pode ser utilizada para implementá-la.

A função 23 permite a leitura e a escrita combinada de Holding Register no escravo, e seu formato está descrito na tabela a seguir, juntamente com os valores utilizados no exemplo.

Formato da Pergunta	Valores do Exemplo
Endereço do nó escravo (1 byte)	15
Função MODBUS (1 byte)	23
Holding Register inicial de leitura (2 bytes)	1256 (04E8h)
Quantidade de operandos de leitura (2 bytes)	1
Holding Register inicial de escrita (2 bytes)	0500 (01F4h)
Quantidade de operandos de escrita (2 bytes)	3
Número de bytes ocupados pelos operandos de escrita (1 byte)	6
Operando 4-0500 (2 bytes)	125
Operando 4-0501 (2 bytes)	40
Operando 4-0502 (2 bytes)	05
CRC (2 bytes)	Calculado pelo Protocolo

Tabela 3-12. Formato da função 23 e exemplo de pergunta

Com base na tabela, a declaração da relação genérica fica assim:

- endereço do nó: escravo 15
- função MODBUS: 23 (leitura e escrita combinada)
- quantidade de operandos: 15 bytes (não considera endereço, comando e CRC – 4 bytes)
- operando de origem: %TM0010
- operando de destino: %TM0011
- operando de status: %M0015
- polling da relação: 10 (x 100ms = 1 segundo)

O protocolo MODBUS mestre irá enviar os bytes da tabela %TM0010. Para isso, é necessário preencher a tabela do operando de origem (%TM0010) no programa aplicativo, conforme as instruções disponíveis para manipular operandos do CP. Comandos via rede também podem ser utilizados para modificar o conteúdo da tabela/operando de origem (%TM0010). Por exemplo, um supervisório poderia manipular os operandos de origem da relação genérica através de outro canal serial.

A tabela a seguir mostra como a tabela %TM0010 deve ser preenchida no caso deste exemplo. Em cada posição da tabela, o primeiro e o segundo bytes são, respectivamente, as partes High e Low.

Posição da Tabela de Origem	Valor	Observação
00	04h	Endereço do primeiro operando de leitura; o endereço 1256 referencia o Holding Register 1257
	E8h	
01	00	Número de operandos de leitura
	01	
02	01h	Endereço do primeiro operando de escrita; o endereço 500 referencia o Holding Register 501
	F4h	
03	00	Número de operandos de escrita
	03	
04	06	Número de bytes ocupados pelos operandos
	00	Valor do Holding Register 501 High

05	125	Valor do Holding Register 501 Low
	00	Valor do Holding Register 502 High
06	40	Valor do Holding Register 502 Low
	00	Valor do Holding Register 503 High
07	05	Valor do Holding Register 503 Low
		Não utilizado neste comando

Tabela 3-13. Tabela de origem para o exemplo

A tabela a seguir mostra como a pergunta do exemplo é apresentada ao escravo.

Pergunta	Observação
15	Endereço do nó
23	Função MODBUS 23
04h	Endereço do primeiro operando de leitura; o endereço 1256 referencia o Holding Register 1257
E8h	
00	Número de operandos de leitura
01	
01h	Endereço do primeiro operando de escrita; o endereço 500 referencia o Holding Register 501
F4h	
00	Número de operandos de escrita
03	
00	Valor do Holding Register 501
125	
00	Valor do Holding Register 502
40	
00	Valor do Holding Register 503
05	
Calculado pelo Protocolo	CRC byte High
Calculado pelo Protocolo	CRC byte Low

Tabela 3-14. Pergunta do exemplo

Após o envio da pergunta, o escravo irá processar e enviar a resposta:

Pergunta	Observação
15	Endereço do nó
23	Função MODBUS 23
XX	Código ACK ok
00	Número de bytes do bloco de dados
02	
00	Valor do Holding Register 1257
56	
Calculado pelo Protocolo	CRC byte High
Calculado pelo Protocolo	CRC byte Low

Tabela 3-15. Resposta do escravo para a pergunta do exemplo

Após receber a resposta e verificar o endereço do nó, a função e o CRC, o escravo repassa os bytes para a tabela (operando) de destino, retirando os campos já verificados, como mostra a tabela a seguir.

Posição da Tabela de Destino	Valor	Observação

00	02	Número de bytes do bloco de dados
	00	Valor do Holding Register 1257
01	56	
	XX	Não utilizado neste comando

Tabela 3-16. Resposta do exemplo

Após todo esse processo, o bit que indica "Relação executada com sucesso na última varredura" no operando de status da relação é ligado.

Fluxo de Operação do Mestre

O protocolo MODBUS mestre processa as solicitações da seguinte forma:

- Para cada relação há um contador de tempo. Esta parte do controle verifica se uma relação já teve o seu tempo de polling decorrido, e as relações nessa condição ficam na fila de envio de relações (fila de relações é uma estrutura que apresenta quais são as relações e em qual ordem elas serão transmitidas).
- O processo de transmissão inicia verificando se existe alguma relação na fila de relações. Em caso afirmativo, o interpretador de relações monta um frame para transmissão e o envia pela rede. Caso a opção de relação prioritária esteja habilitada, uma relação da lista de relações e a relação prioritária serão enviadas alternadamente.
- Após a transmissão, o protocolo espera o frame de resposta. Caso não receba nada antes que o timeout expire, ele envia a pergunta novamente e decrementa o contador de retentativas, até que este seja esgotado. Quando um erro na comunicação (paridade, framing, CRC, etc.) ocorrer, o frame também será retransmitido, e o contador de retentativas será decrementado.
- Quando recebe um frame com endereço, função e CRC corretos, o protocolo chama o interpretador de relações para processar a resposta e atualiza os operandos de status da relação.
- Este ciclo é executado a cada varredura do programa aplicativo. Quando, durante a execução do programa aplicativo, duas ou mais relações ficarem prontas, a primeira que foi declarada será executada, e a outra irá para a fila de relações prontas, sendo atendida somente no próximo ciclo do programa aplicativo. Caso uma relação fique pronta e já existam relações na fila, então esta irá para o final da fila, pois relações que ficam prontas antes são executadas primeiro.

NOTAS:
- Qualquer relação pode ser habilitada ou desabilitada durante a execução do programa aplicativo, inclusive a relação prioritária.
- As relações configuradas como Broadcast são executadas somente até a sua transmissão e não esperam resposta nem consideram retentativas.
– O mestre MODBUS, assim como o escravo, aguarda um "Delay Interframes", é um tempo entre os frames que pode ser configurado entre 5ms e 1s, ou seja, uma transmissão só é disparada depois de ter passado o tempo programado após o final da recepção/envio do último frame na rede.

Relógio Calendário de Tempo Real

As UCPs da Série PO3x47 possuem um relógio um relógio-calendário de tempo real integrado, sendo que a bateria instalada na base da mesma mantém o horário durante o desligamento do UCP.

No caso troca de módulo ou de troca de bateria com a UCP desligada, o usuário deve realizar o ajuste do relógio, caso não tenha existido um ajuste prévio, evitando que um horário inválido seja lido.

Para maiores detalhes sobre a instalação da bateria, consulte o capítulo Instalação.

A configuração do relógio é realizada através do programador MasterTool. Para tal é necessário informar as faixas de operandos de leitura e acerto do horário, e também um operando auxiliar de controle.

O relógio possui horário e calendário completos, permitindo o desenvolvimento de programas aplicativos que dependam de bases de tempo precisas. A informação de tempo é mantida mesmo com a falta de alimentação do sistema, pois o mesmo é alimentado por bateria.

Configuração do relógio

Através do módulo C no programador, na janela de Parâmetros Gerais, o usuário deve configurar as faixas de operandos utilizadas para o processamento do relógio. São configuradas três faixas de operandos: uma faixa para leitura do horário, uma faixa para ajuste, e um operando para controle. Abaixo temos a descrição detalhada de cada operando.

Operandos de Leitura

São os operandos onde será armazenado o horário atual do relógio da UCP. Podem ser do tipo memória (%M) ou Tabela de Memória (%TM). São necessárias sete posições para a leitura do horário. Se for especificado como memória, os valores são lidos para a memória declarada e as seis subseqüentes. Se for especificado como tabela, os valores são colocados a partir da posição zero até a posição seis.

Caso os operandos não estejam declarados, a leitura dos valores de tempo não é realizada e o erro de configuração é sinalizado no operando %AXXX de controle do relógio.

É possível o uso de tabelas com mais de sete posições, sendo que a função ignora as posições excedentes. Os valores são armazenados nos operandos na seguinte seqüência:

Operando	Posição Tabela	Conteúdo	Formato
%MXXXX	0	Segundos	000XX
%MXXXX + 1	1	Minutos	000XX
%MXXXX + 2	2	Horas	000XX
%MXXXX + 3	3	Dia do mês	000XX
%MXXXX + 4	4	Mês	000XX
%MXXXX + 5	5	Ano	000XX
%MXXXX + 6	6	Dia da semana	0000X

Tabela 3-17. Valores lidos do relógio

Na inicialização, os valores dos operandos de leitura do relógio já estão atualizados, antes da execução do módulo E000.

O conteúdo destes operandos pode ser lido a qualquer momento, mas são atualizados com a hora real do relógio a cada ciclo de varredura.

Para a leitura das horas, é utilizado o formato 24 horas (00 a 23). Os dias da semana são informados conforme tabela abaixo:

Valor	Dia da Semana
1	Domingo
2	Segunda-feira
3	Terça-feira
4	Quarta-feira
5	Quinta-feira
6	Sexta-feira
7	Sábado

Tabela 3-18. Valores dos dias da semana

Operandos de Ajuste

Os operandos de ajuste são os operandos de onde serão lidos os valores para ajuste do relógio quando for dado o comando de ajuste para o mesmo. Podem ser do tipo memória (%M) ou Tabela de Memória (%TM).

Assim como nos operandos de leitura, são necessários sete operandos, ou sete posições de tabela, para o ajuste. Se o operando for memória, os valores são copiados da memória declarada e as seis subseqüentes. Se for tabela de memória, os valores são copiados da posição zero até a posição seis.

Caso os operandos não sejam válidos, o acerto não é realizado e é sinalizado no operando %AXXX de controle do relógio. Os valores a serem copiados para o relógio devem ser colocados nos operandos na mesma seqüência dos operandos de leitura (segundos, minutos, horas, dia do mês, mês, ano e dia da semana).

Operando de Controle

O operando de controle consiste em um operando auxiliar (%A), utilizado para disparar o comando de ajuste do relógio e obter status de funcionamento do mesmo. Este operando é selecionado através do módulo C.

Na tabela seguinte é apresentando a descrição de cada bit do operando auxiliar.

Operando de Diagnóstico (%A)								Descrição
7	6	5	4	3	2	1	0	
							0	Ajuste do relógio desabilitado. O horário do relógio é apenas lido a cada varredura.
							1	Ajustar relógio (deve permanecer até que os bits 3 ou 4sejam acionados). O horário do relógio é ajustado a cada 100ms ou a cada varredura, enquanto este bit estiver ligado.
				0				Configuração do relógio está correta.
				1				Configuração do relógio inválida. É sinalizado na ocorrência dos seguintes erros de configuração: - Operandos configurados inválidos; - Valores de ajuste inconsistentes; - Houve comunicação de leitura ou ajuste do relógio enquanto o mesmo não está montado ou está com a bateria fraca.
			0					Ajuste do relógio não realizado.
			1					Ajuste do relógio realizado com sucesso. Permanece em nível alto até o próximo acesso ao relógio após o ajuste. Este tempo entre acessos pode ser de 100ms ou maior caso o tempo de ciclo exeda este valor.
x	x	x			x	x		Reservado

Tabela 3-19. Operando controle do relógio

Conversão de Código AL-2004/PX2004/PO3x45/PO3x42/GR3xx para PO3x47

A conversão de um programa aplicativo desenvolvido para as UCPs AL-2004, PO3x45, PO3x42 e GR3xx para ser utilizado em UCPs PO3047, PO3147 ou PO3247 é feita diretamente pela ferramenta de programação MasterTool Extended Edition. Para isso, basta que o projeto seja aberto e que a UCP desejada seja selecionada no módulo C000. Essa conversão pode ser feita tanto para módulos que foram criados utilizando o MasterTool Extended Edition (MT8000), como para aqueles feitos com o MasterTool Programming (MT4100).

Conversão de Código Outras UCPs para PO3x47

Embora utilizem o mesmo conjunto de instruções, os módulos que compõem o programa aplicativo (C000, E001, etc.) das UCPs da família Piccolo, Quark, AL-2000, AL-2002 e AL-2003 não são compatíveis com os módulos das UCPs da série PO3x47. Portanto, não é possível carregar um programa aplicativo elaborado para uma UCPs da série PO3x47 em uma das UCPs citadas acima e vice-versa.

Como o MasterTool Extended Edition não dá suporte a estas UCPs e a configuração das UCPs PO3x47 só é configurável neste, não é possível fazer esta conversão. Caso se queira aproveitar os códigos o modelo de UCP deve ser trocado utilizando o MasterTool Programming e fazendo a troca para um modelo suportado pelo MasterTool Extended Edition.

Neste caso deve-se fazer a troca na janela de definição do módulo C, no programador. Ao realizar a troca os módulos componentes do projeto, programados em linguagem de diagrama de relés, são convertidos para o formato de código da UCP escolhida, operação que é executada em poucos

segundos. Caso o programa utilize módulos F programados em linguagem Assembly, estes não serão convertidos, devendo ser substituídos pelos equivalentes que acompanham o disquete do programador.

Para maiores detalhes, consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização do MasterTool.

Instruções Inválidas para UCPs PO3x47

Quando é realizada uma conversão de código de outra UCP para as UCPs PO3x47, podem ser convertidas instruções que não executadas neste modelo de UCP. Caso isto ocorra, a instrução inválida não é executada, e suas saídas são desligadas.

É apresentada a mensagem de advertência, Instrução Inválida no Programa, na janela de verificação do estado do CP. Nos operandos de diagnóstico é apresentado o código da instrução inválida, como pode ser visto no capítulo Manutenção.

Configuração da Interrupção Externa

As UCPs da Série PO3x47 possuem a característica de utilização da interrupção externa. Trata-se de um módulo do programa aplicativo (E020) que é executado quando uma borda de subida é detectada em uma entrada digital. Devido a característica de modularidade da Série Ponto, se faz necessária a configuração do módulo onde a borda será sentida afim de executar a aplicação.

Os módulos que podem ser configurados para executar a interrupção externa são os do tipo DI(Entradas digitais). O software da UCP consiste o tipo de módulo e só habilita a interrupção externa no caso da configuração estar correta.

Figura 3-2. Configuração do Barramento

A Figura 3-2 mostra um barramento configurado com um módulo do tipo DI na posição 1. O módulo em questão é o PO1010 (Módulo 32 DI 24Vdc).

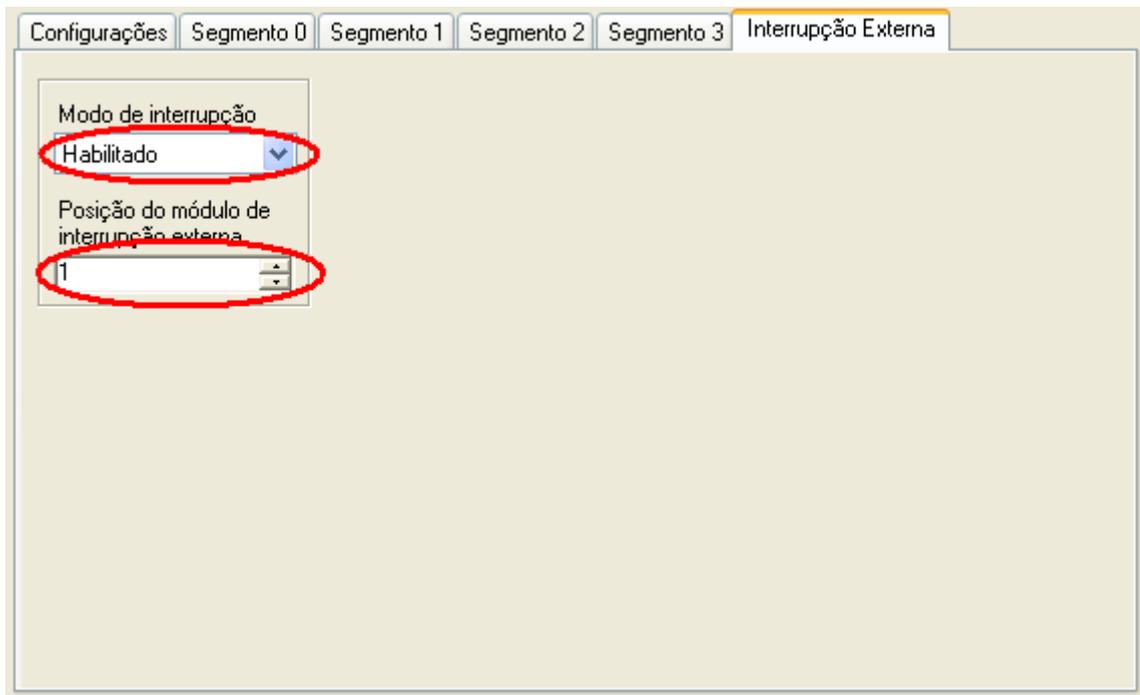



Figura 3-3. Configuração da interrupção externa

Para que a interrupção externa passe a operar corretamente a mesma deve ser habilitada e a posição do módulo deve ser configurada. O módulo em questão seria o PO1010 da posição 1. Por isso no campo Posição do módulo de interrupção externa foi configurado o número 1.

Depois disso basta que incluir no projeto um módulo de interrupção externa(E020) e carregá-lo no projeto. O ponto de entrada digital que irá gerar a interrupção é o primeiro ponto do módulo. O primeiro ponto é aquele que corresponde ao bit zero do operando de entrada de menor número. No caso exemplo o ponto estaria associado ao operando %E0000.0. O operando que tem o ponto associado a interrupção externa continua tendo o mesmo comportamento que teria no caso de não estar sendo utilizado para esta função.

Caso a configuração da posição tivesse sido feita em outro o módulo, por exemplo na posição 2 onde se encontra um PO1112, a mesma não seria aplicada e a interrupção externa não seria executada.

ATENÇÃO: A execução do módulo de interrupção externa interfere no fluxo de execução do programa aplicativo. Por essa razão é recomendado que é a interrupção externa não seja usada para detecção de eventos periódicos. Caso isso se faça necessário o tempo entre acionamentos deve ser maior que o tempo de ciclo máximo da aplicação.

Idioma das Mensagens do Visor

É possível configurar as mensagens de diagnóstico que aparecem no Visor alfanumérico(ver Capítulo Manutenção - Diagnósticos via Visor) para que apareçam em idiomas diferentes. As UCPs PO3x47 podem ser configuradas para exibir as mensagens em Português e Inglês. Para isso basta ir na Configuração do CP no módulo C000 do MasterTool Extended Edition e alterar a linguagem no campo correspondente.

Figura 3-4. Configuração da linguagem do visor

Para que a mudança tenha efeito é necessário carregar o módulo C000 na UCP. Caso o módulo C seja apagado o idioma continua sendo o último configurado. Se no power-on não houver módulo C o idioma padrão é o português.

ATENÇÃO: Quando configurado para apresentar as mensagens em português as mesmas são exibidas sem acento.

Configuração da Redundância de UCP (Somente para PO3247)

A UCP PO3247 se diferencia do restante da Série por três características principais.

- Maior quantidade de memória de aplicativo, 1M de RAM e 1M de Flash EPROM.
- Característica de Web Server
- Redundância de UCP no barramento local.

Esta seção trata da configuração da UCP quando se deseja utilizar esta última característica.

Redundância de UCP

Para sistemas que necessitem de alta disponibilidade, ou seja que não podem parar em caso de uma falha, são utilizados equipamentos redundantes. No caso de uma falha em um módulo de E/S do barramento local ou remota o sistema não deixa de funcionar mas sim passa a diagnosticar (ver Capítulo Manutenção) que ocorreu uma falha naquela parte especifica do conjunto. Os módulos de E/S são projetados afim de que em caso de falha deste os pontos ligados a eles passem para um estado seguro. Desta forma é possível que o sistema diagnostique o mau funcionamento e proceda para que seja possível uma manutenção das partes afetadas sem maiores danos.

Porém se uma falha como a descrita anteriormente vier a ocorrer em um elemento central do sistema, ou seja uma UCP, responsável pelo processamento deste, é possível que a parada não seja segura e além disso levará a uma indisponibilidade do sistema por completo, mesmo nas partes não afetadas.

Para solucionar isso a UCP PO3247 possibilita que duas UCPs se conectem ao mesmo tempo no barramento. Porém apenas uma delas é responsável a cada vez pelo acesso aos módulos de E/S. Essa UCP que acessa o barramento é chamada de Primária. A outra UCP não acessa o barramento, apenas recebe dados da primária e retorna diagnósticos. Esta UCP é chamada de Backup. Em caso de falha de UCP, falha de fonte ou ainda falta atividade no barramento a UCP Backup passa a controlar o barramento se tornando a primária. Ao mesmo tempo enquanto a segunda UCP perde o acesso ao barramento ela se torna a backup ou então entra em erro devido a falha diagnosticada.

Figura 3-5. PO3247 redundante

Barramento Redundante

Para configurar a UCP redundante é necessário primeiramente configurar o barramento utilizando o MasterTool ProPonto.

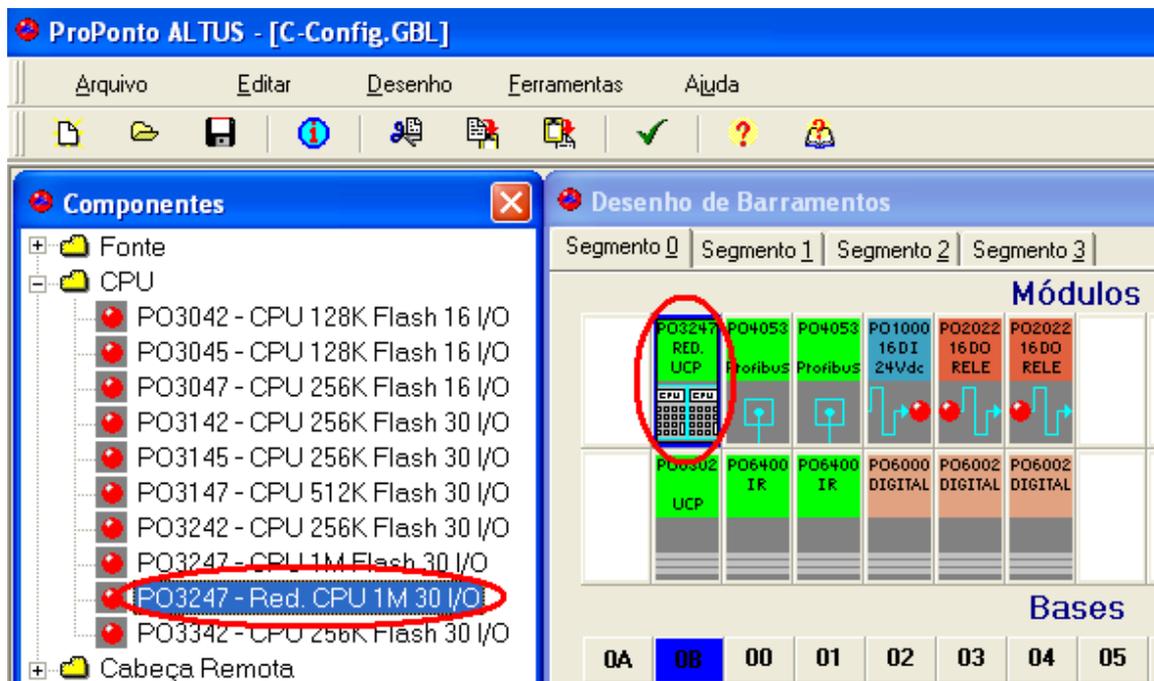



Figura 3-6. Configuração redundante no ProPonto

Para configurar o barramento com redundância de UCP é necessário inserir a CPU redundante PO3247. O restante do barramento deve ser montado normalmente.

ATENÇÃO: Existem dois tipos de UCP PO3247 no ProPonto. Quando se deseja utilizar uma configuração redundante é necessário inserir a UCP descrita como PO3247 – Red. CPU 1M 30 I/O como mostra a Figura 3-6.

Relações Redundantes

Após a leitura da configuração do barramento a redundância deve ser configurada no MasterTool Extended Edition.

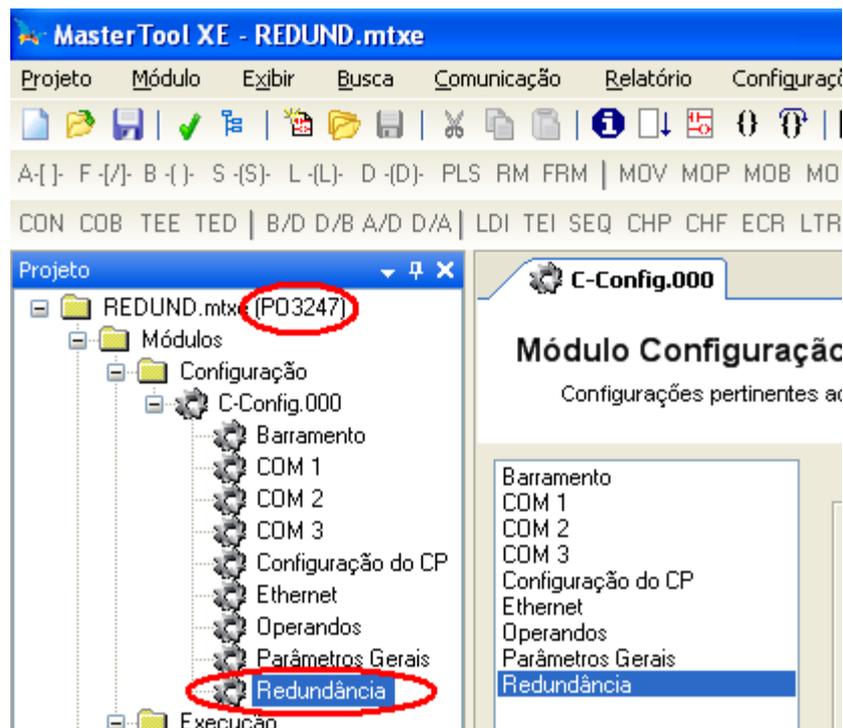



Figura 3-7. Configuração da PO3247 redundante

Antes de mais nada é necessário habilitar a redundância. Isso permitirá que os operandos de diagnóstico da redundância sejam configurados e também que relação de redundância sejam inseridas.

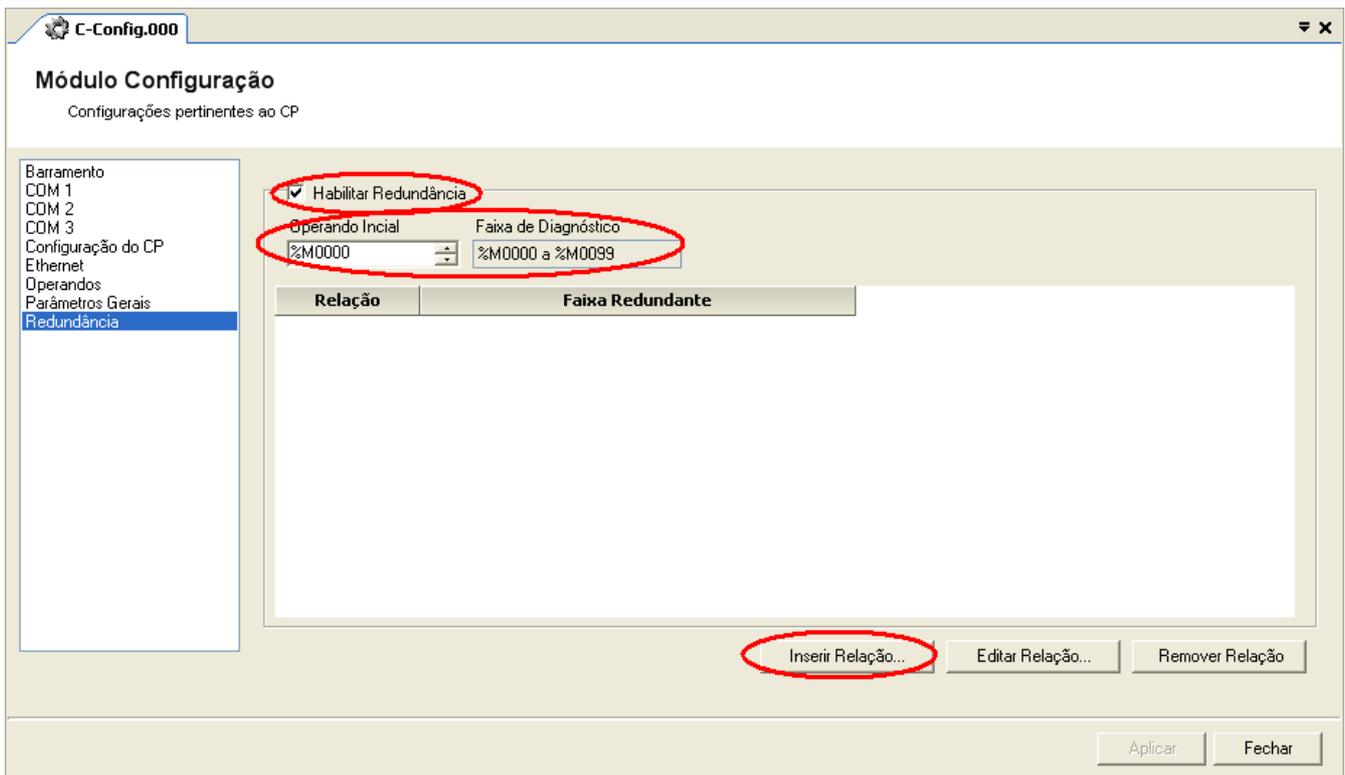



Figura 3-8. Edição das configurações de redundância

As relações de redundância são utilizadas para identificar os operandos que serão copiados da UCP primária para a backup. Isso é necessário para que um sistema redundante continue no mesmo estado quando ocorrer uma falha. Todo ciclo de execução a UCP primária copia os dados declarados como redundantes para a backup. Quando a UCP backup termina de processar os dados recebidos ela indica o final de um ciclo e só então um novo ciclo de execução é iniciado.

Para o correto funcionamento do processo quando ocorrer uma troca no comando do barramento é necessário que todos o operandos utilizados para executar o controle sejam declarados em relações redundantes. Todos os tipos de operandos podem ser declarados como redundantes. Operandos de entradas, auxiliares utilizados em máquinas de estado, variáveis que guardam estados anteriores em laços de controle, devem ser declarados como redundantes.

ATENÇÃO: É importante que se pense bem na aplicação para a escolha das faixas redundantes. Uma quantidade excessiva de operandos redundantes pode levar a um grande aumento no desempenho da aplicação. Além disso a quantidade total de operandos redundantes está limitado a 16kbytes.

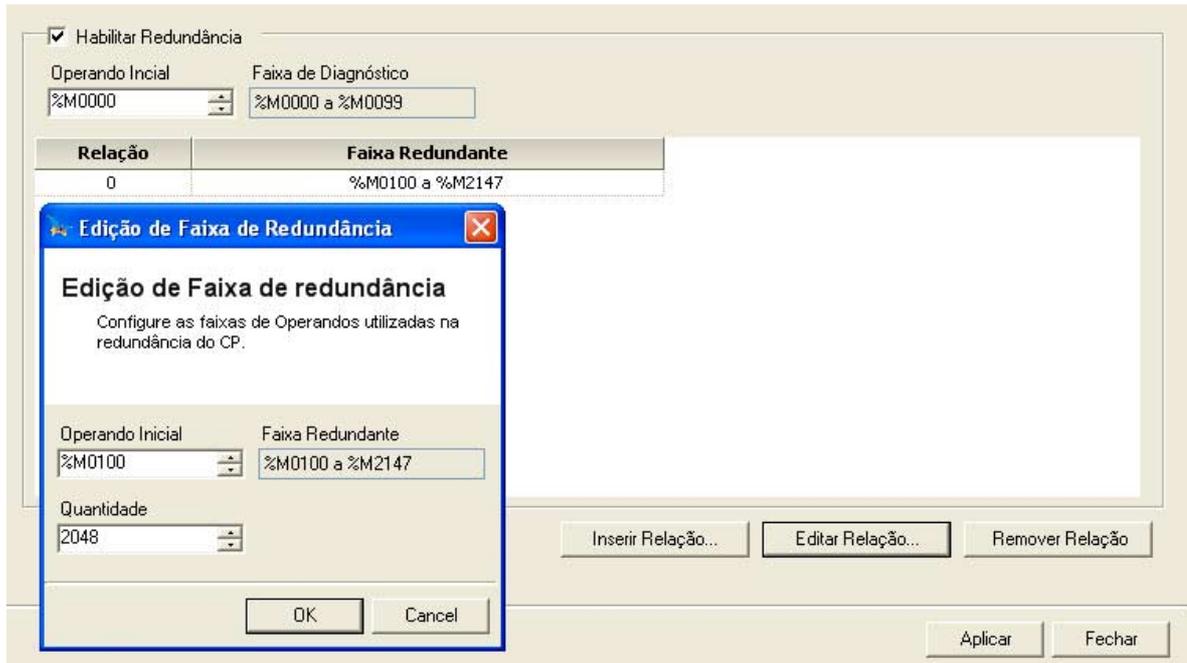



Figura 3-9. Inserindo relações redundantes

A soma da quantidade total de operandos redundantes está limitada ao valor de 16kbytes. Uma relação de 2048 bytes do %M como a mostrada na Figura 3-9 utiliza 4kbytes. A quantidade de bytes de todas elas deve ser somada e esta soma não deve passar do valor limite.

Os operandos de diagnóstico da Redundância apresentam informações relativas ao estado do processo de redundância. Esta faixa de operandos não deve ser declarada como redundante. Maiores detalhes pode ser vistos no Capítulo de Manutenção - Diagnósticos de Redundância.

Carregando as Configurações Redundantes

- Após encerradas as configurações de redundância as mesmas devem ser enviadas para as duas UCP colocadas no barramento. A partir de então uma passará a executar o ladder como UCP primária enquanto a outra será a reserva.

4. Instalação

Este capítulo apresenta os procedimentos necessários para a instalação física das UCPs da série PO3x47, bem como os cuidados que se deve ter com outras instalações existentes no armário elétrico ocupado pelo CP.

Instalação Mecânica

Montagem dos Trilhos

Os trilhos devem ser condutivos (metálicos), resistentes a corrosão e aterrados para proteção contra interferência eletromagnética (EMI). Eles devem ser de boa qualidade e estar de acordo com a norma DIN EN 50032, principalmente no que se refere a dimensões (recomendamos o emprego dos trilhos QK1500, da Altus). Além disso, é necessário fixar os trilhos adequadamente com parafusos, para evitar danos causados por vibrações mecânicas, como se poderá ver nas figuras mais adiante.

Montagem das Bases

Com o trilho devidamente instalado, procede-se à instalação das bases, observando os passos a seguir e respeitando a ordem definida no projeto:

1. Encoste a base na superfície do painel de montagem, como mostra a primeira figura a seguir.
2. Deslize a base em direção ao trilho.
3. Gire a base em direção ao trilho até que a trava deslizante se encaixe (ainda na primeira figura).
4. Ao instalar a segunda base, recolha o conector deslizante e execute novamente os passos 1, 2 e 3, até que a base esteja firmemente encaixada no trilho.
5. Depois, engate o gancho existente no lado esquerdo das bases ao gancho da base ao lado, como mostra a segunda figura.
6. Por fim, conecte o barramento, deslizando o conector totalmente para a esquerda, em direção à base vizinha.

ATENÇÃO: As bases da Série Ponto **não** devem ser instaladas ou desinstaladas do sistema energizado, sob pena de dano permanente ao sistema de endereçamento automático. A característica de troca a quente é limitada aos módulos e não às bases.

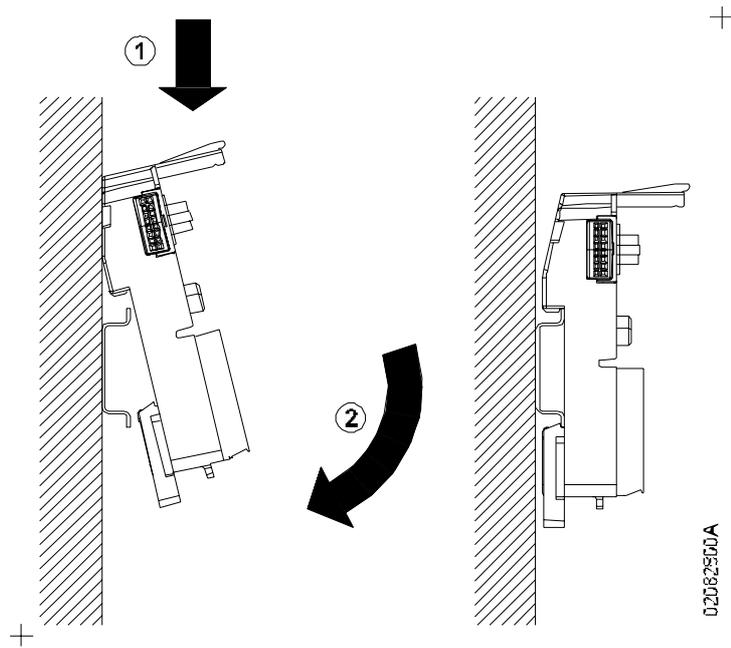



Figura 4-1. Instalação da base

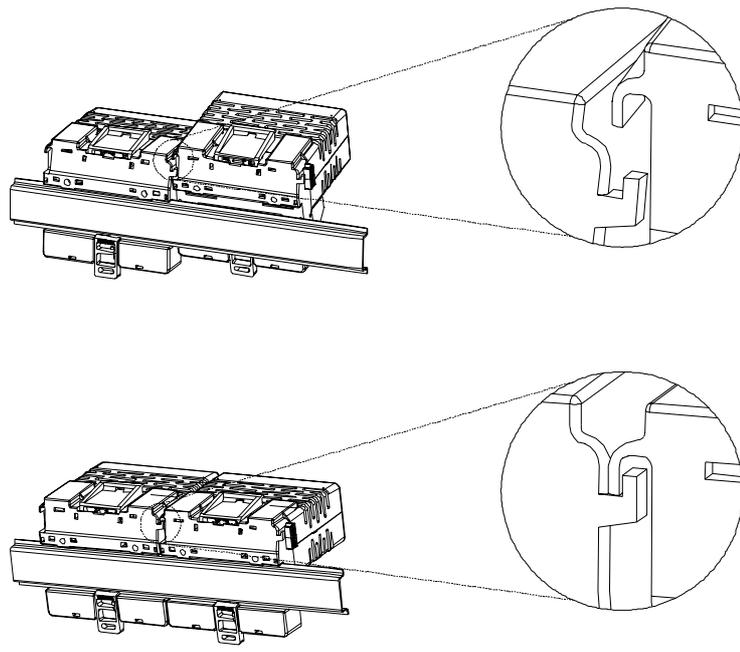



Figura 4-2. Instalação da base - Engate do gancho

Alimentação

As UCPs da série PO3x47 possuem as mesmas características de alimentação, são conectadas no mesmo tipo de base e utilizam o mesmo tipo de ligação. As UCPs devem ser alimentadas com +24 Vdc (19 a 30 Vdc ripple incluso) através do conector de 3 bornes, localizados no painel frontal. A ligação do cabo de aterramento é obrigatória.

A Figura 4-3 mostra a conexão da fonte de alimentação de +24 Vdc no borne de alimentação da base PO6307.

- A disposição dos conectores e bornes na figura abaixo é meramente ilustrativa.

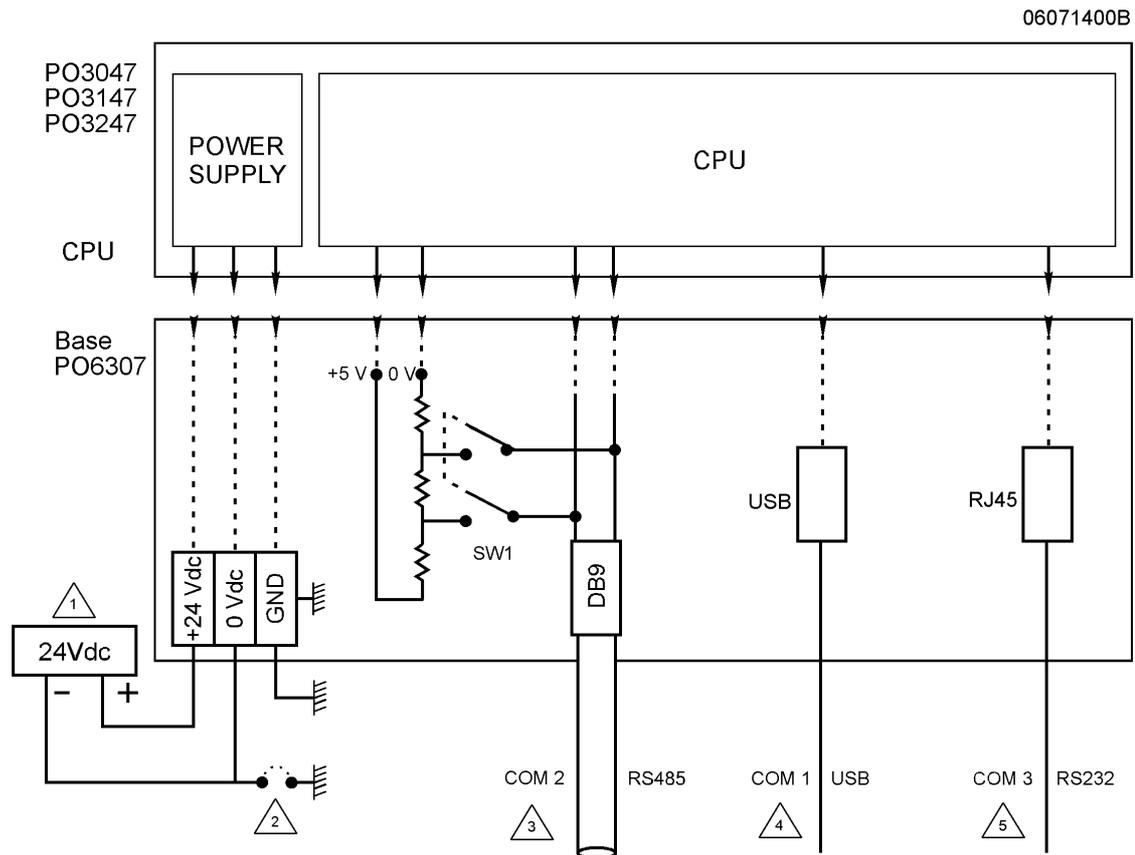



Figura 4-3. Conexão elétrica

1 - A fonte de alimentação de 24 Vdc é conectada nos bornes indicados com "+ 24 Vdc", "0 Vdc" e o aterramento "GND".

2 - O ponto comum da fonte de alimentação para alimentação dos módulos (0V) pode ser ligado no terra do painel elétrico. Esta ligação não é obrigatória, mas recomendada para minimizar ruído elétrico em um sistema de automação.

3 – Interface serial padrão RS-485 para conexão de IHM, supervisório, rede MODBUS RTU ou outros protocolos.

4 – Interface serial padrão USB para conexão do programador, IHM ou supervisório.

5 – Interface serial padrão RS-232 para conexão de IHM, supervisório, rede MODBUS RTU ou outros protocolos.

ATENÇÃO: Onde houver alta tensão, coloque etiqueta de aviso e instale proteções que dificultem o acesso ao equipamento.

Rede RS-485 (COM2)

O canal serial auxiliar COM2 está disponível no padrão RS-485, possuindo, no conector DB9, os sinais TX+, TX-, REF- e REF+.

A instalação de uma rede RS-485, utilizando este canal serial, pode ser feita das seguintes maneiras:

- Utilizando o derivador PO8525: o PO8525 possui dois bornes identificados para conexão dos cabos da rede, com possibilidade de acionar a terminação. Para conectar a PO3x47 neste derivador, utilize o cabo AL-1731.
- Utilizando o derivador AL-2600: o AL-2600 possui três bornes identificados para conexão dos fios da rede, com possibilidade de acionar a terminação. Para conectar a PO3x47 neste derivador, utilize o cabo AL-2305.

ATENÇÃO: Para maiores detalhes sobre esses produtos, consulte o respectivo documento de Características Técnicas.

O canal COM2 também possui a possibilidade de acionar a terminação da rede na própria base PO6307. A foto abaixo indica onde está localizada a chave da terminação, sendo no mesmo compartimento da bateria.

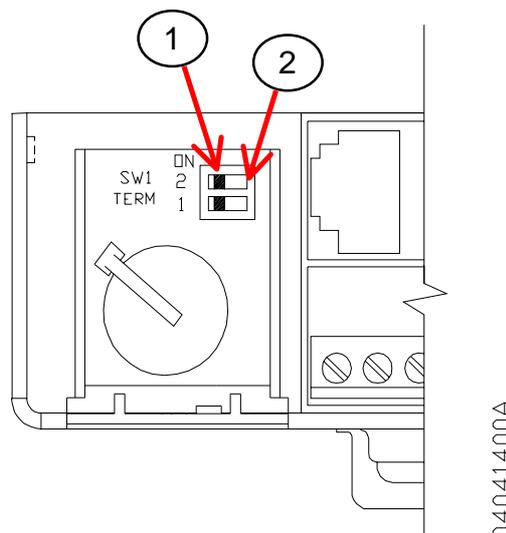



Figura 4-4. Chave da terminação

A chave possui dois seletores, os quais **devem estar sempre juntos na mesma posição**, para o correto funcionamento da terminação. Para acionar a terminação, coloque os dois seletores na posição “ON”, indicada pela seta 1. Para desligar a terminação, coloque os dois seletores na posição oposta, indicada pela seta 2.

ATENÇÃO: Na rede RS485 a terminação deve estar ativada apenas nos dispositivos montados nas extremidades da rede.

A figura abaixo mostra o esquema da terminação da base PO6307:

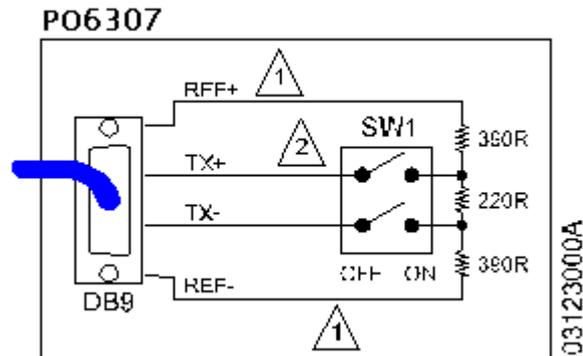



Figura 4-5. Conexão interna da terminação

1 - Os sinais REF+ e REF- são ligados internamente à fonte isolada para a rede RS-485.

2 – A chave SW1 representa a chave existente na base da UCP. A terminação está acionada com as chaves na posição ON.

ATENÇÃO: A topologia de rede deve ser de um barramento não podendo as derivações ser maior que o cabo AL-2305. Não é permitido configurações em estrela.

Instalação da UCP Redundante

No caso de utilização da UCP PO3247 com características de redundância configuradas é necessário tomar algumas providencias quanto a instalação física dos módulos:

- Configurar o barramento normalmente como se fosse uma UCP simples.
- Inserir a esquerda da base PO6307 da UCP outra base deste mesmo tipo. Esta posição será ocupada pela UCP backup.
- Instalar a fiação de alimentação. Podem ser instaladas duas fontes de alimentação , mas estas devem estar ligadas juntas e não uma para cada UCP. A Saída de cada uma das fontes deve ter um diodo com uma potência capaz de suportar a corrente máxima da fonte. Além disso a saída de cada uma das fontes pode ser ligada a um módulo de entrada digital para gerar diagnóstico em caso de uma falha em uma delas.

- No caso de utilização de alguma rede de comunicação através dos canais seriais a UCP backup deve ser conectada na mesma rede.

ATENÇÃO:
A UCP backup não processa os frames recebidos nas redes dos canais seriais. Apenas são tratados frames para programação da mesma (ALNET I ponto-a-ponto). Em caso de falha a UCP backup que passa a atuar como primária passa a se comunicar na rede.

ATENÇÃO:
O visor poderá ter alguns pontos ligados quando uma das UCPs não possuir a tensão nominal de entrada (24 Vdc). As duas UCPs não devem ser ligadas com duas fontes separadas.

5. Programação Inicial

As UCPs da Série Ponto se caracterizam por uma altíssima integração de funções, programação on-line, alta capacidade de memória e vários canais seriais integrados. Conectam-se diretamente ao barramento GBL, criando sistemas muito compactos de controle e supervisão. Com o uso de interfaces de rede de campo as UCPs tornam-se poderosos controladores com capacidade de 4096 pontos de E/S.

O objetivo deste capítulo é indicar os passos básicos e documentos necessários a programação das UCPs da série PO3x47 de controladores programáveis. Seguindo este capítulo, o usuário conseguirá dar os primeiros passos antes de iniciar a programação de um CP.

Para o entendimento completo da programação das UCPs é indicado a leitura completa dos manuais relacionados no item ***Documentos Relacionados a este Manual*** no capítulo ***Introdução.***

Figura 5-1. Controlador programável da série PO3x47

Para executar os passo básicos é necessário no mínimo:

- Cabo AL-1746 ou AL-1715
- Software programador MasterTool Extended Edition instalado – (ver MP399101, MU299025 e MU299040)
- UCP da série PO3x47
- PO6307 - base UCP PO3x47
- Terminação de barramento
- Módulo de E/S com sua respectiva base
- Fonte de alimentação
- Microcomputador com interface USB 1.0 ou superior ou serial padrão RS232 conector DB9
- Trilho de montagem TS35

Antes de Iniciar

Para este pequeno roteiro é necessário a seqüência de passos a seguir (com a alimentação desligada):

- Instalação da base PO6307 no trilho (ver MU209000)
- Instalação da base do módulo de E/S no trilho (ver CT do módulo e MU209000)
- Conexão da terminação (ver MU209000)
- Conexão da alimentação da UCP e do módulo de E/S nas bases (ver CT do módulo e o capítulo Introdução)
- Encaixe da UCP e do módulo na base (ver MU209000)
- Conexão do cabo AL-1746 ou AL-1715 na base PO6307 (ver abaixo, Conexão Serial) e no microcomputador

Após estes passos ligar o microcomputador e fonte de alimentação, abrir o MasterTool Programming e seguir como indicam os passa a seguir.

Conexão Serial

As UCPs da série PO3x47 possui dois ou três canais seriais, através dos quais é realizada a programação do CP. Para comunicação entre o CP e o microcomputador é utilizado o cabo AL-1715 fornecido pela Altus.

Nesta etapa, com a alimentação desligada, o cabo AL-1746 deve ser conectado entre uma porta USB do microcomputador e o canal serial COM1 da UCP PO3x47. Caso não possua este cabo o procedimento pode ser feito utilizando o cabo AL-1715 que deve ser conectado entre o canal serial RS-232 do microcomputador (extremidade DB9) e o canal serial COM3 do CP PO3x47 (extremidade RJ45).

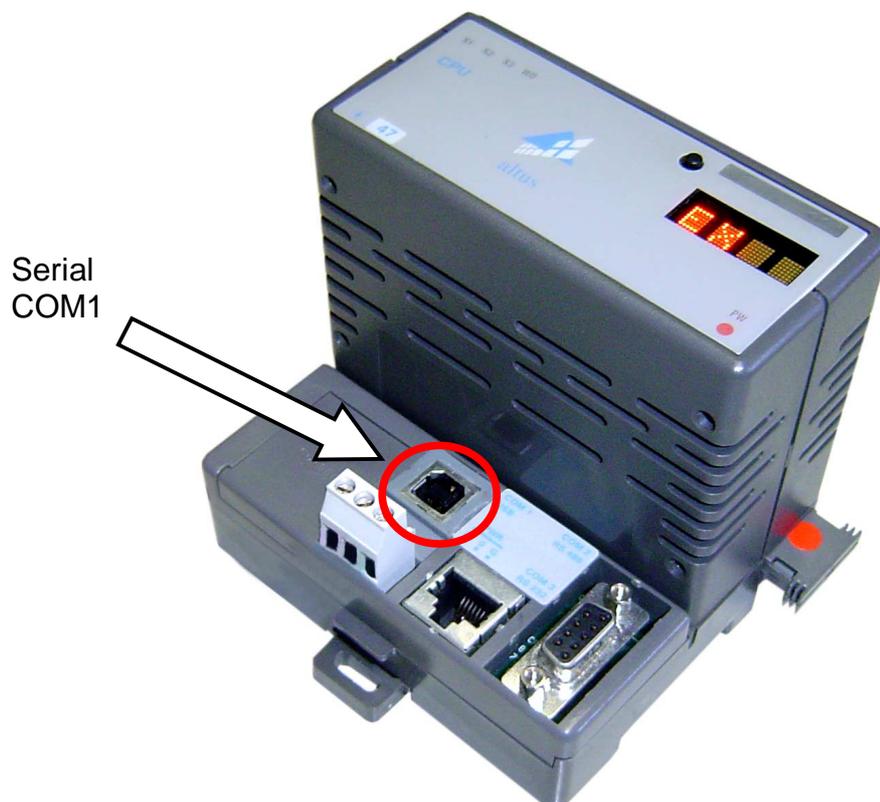



Figura 5-2. PO3147 na base PO6307

Configuração do Canal Serial

Com o MasterTool Extended Edition deve ser feita a configuração do canal serial que deverá ser utilizado para a comunicação com o controlador programável.

As UCPs da série PO3x47 possuem como configuração de fábrica a velocidade de 38400 bps e sem sinais de modem. No caso da primeira comunicação devem ser selecionadas essas configurações.

Também deve ser selecionado qual canal serial do microcomputador está conectado o cabo de comunicação (AL-1746 ou AL-1715) com o CP, isto é feito no MasterTool Extended Edition no menu ***Opções* | *Comunicação*** com mostra a figura abaixo.

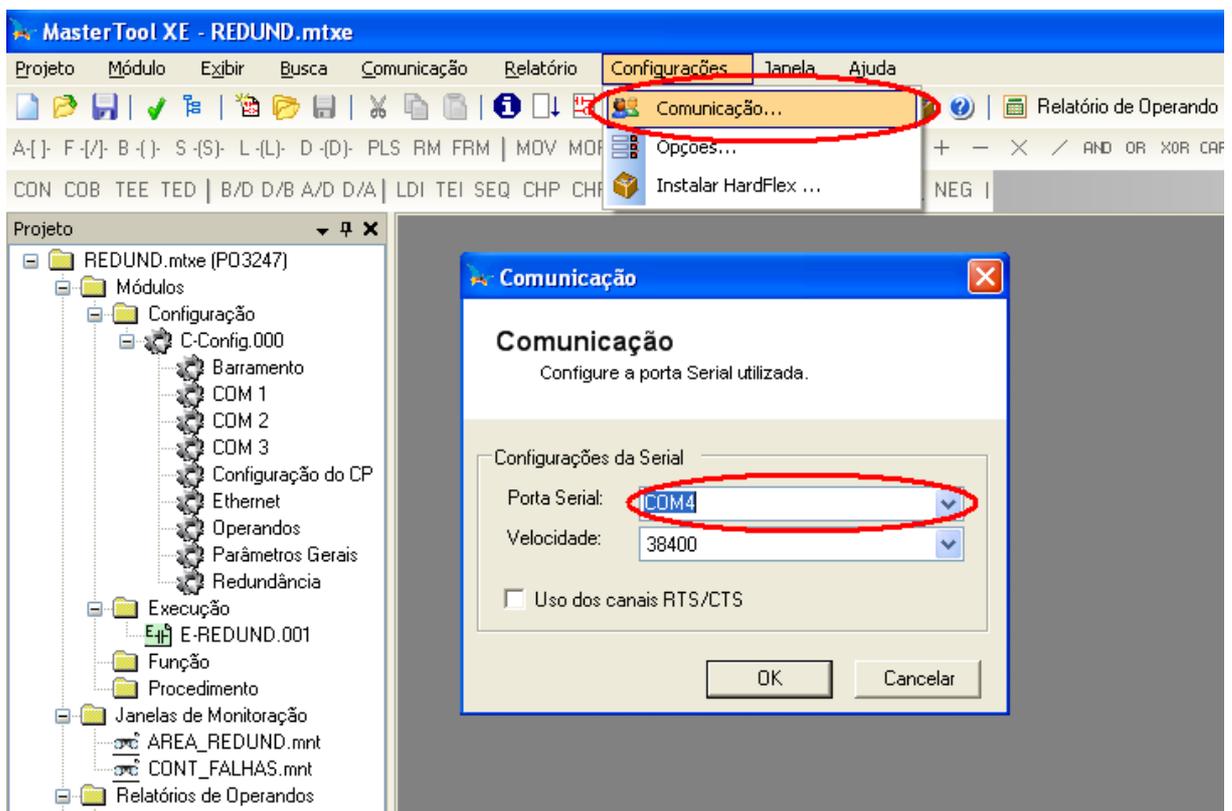



Figura 5-3. Seleção da porta serial do microcomputador

ATENÇÃO: Para obter informações completas sobre o MasterTool Extended Edition, consulte os manuais específicos.

Como Iniciar?

- Utilizando o MasterTool coloque o CP em programação

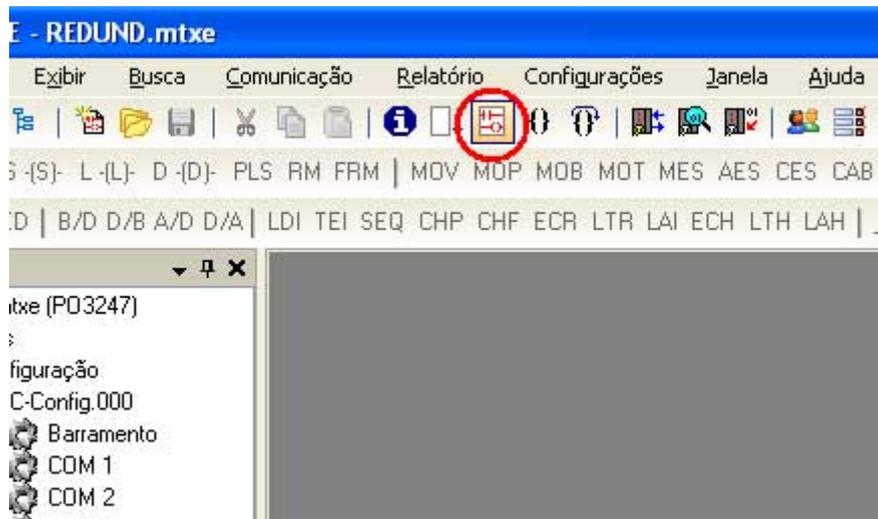



Figura 5-4. Colocar CP em programação

- Montar uma aplicação conforme indica o manual MasterTool Programming - Manual de Programação da Série Ponto – MP399101
- Não esquecer de montar o barramento

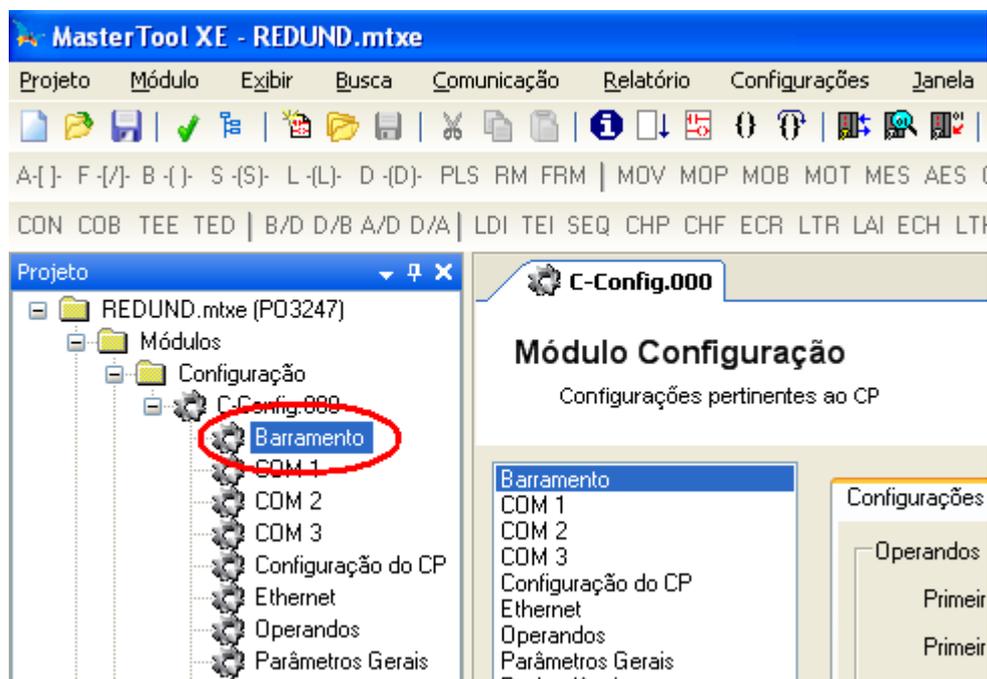



Figura 5-5. Configuração dos módulos de E/S

- Caso não esteja presente algum módulo utilize a opção de ***Troca a Quente / Habilitada sem consistência na partida***, esta opção deve ser utilizada somente na fase de teste do sistema, pois ela desabilita a verificação dos módulos quando o sistema é energizado.

Figura 5-6. Desabilitação da consistência na partida

- Enviar os módulos da aplicação para o CP

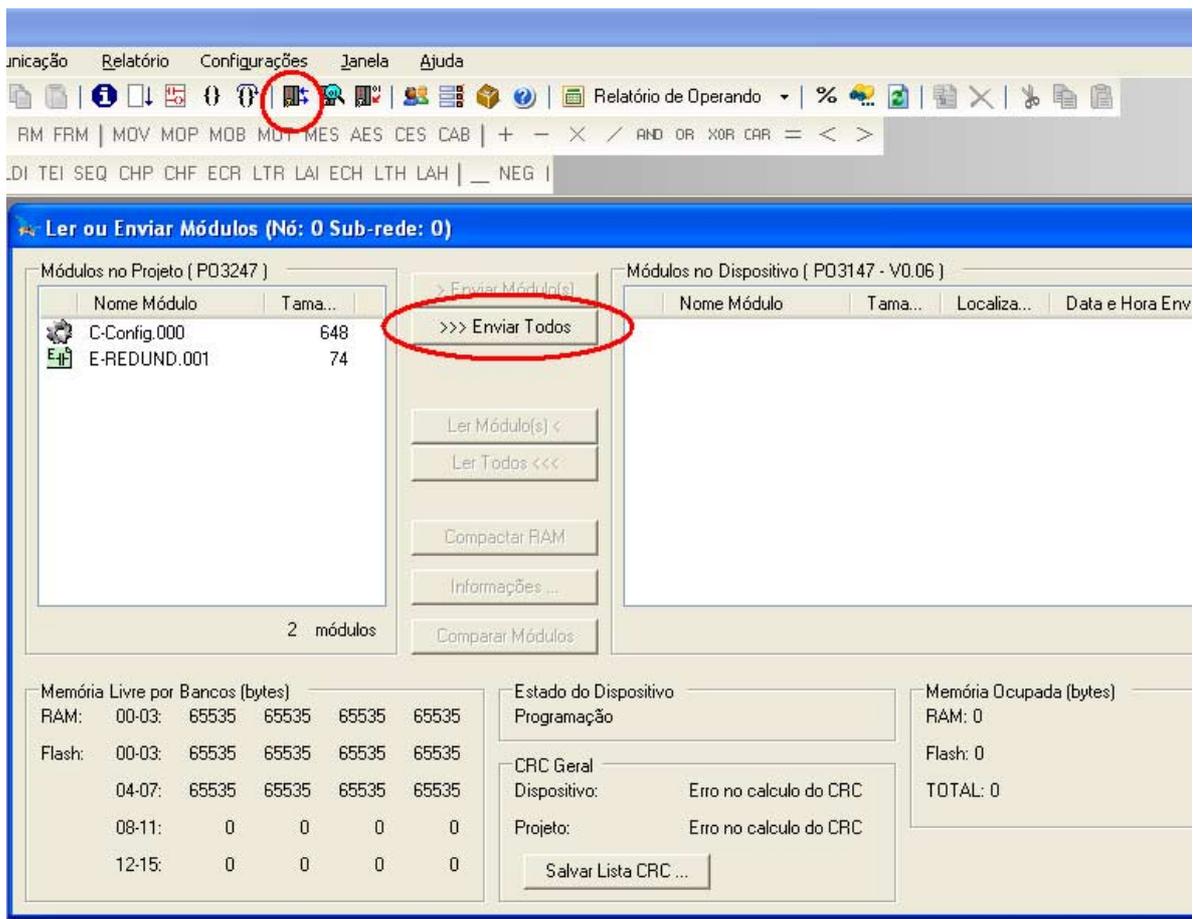



Figura 5-7. Enviar módulos para o CP

- Para uma aplicação rodar é necessário no mínimo os arquivos C000 e E001, sem estes o CP entra em erro caso seja colocada em execução.
- Após este passo colocar o CP em execução

Figura 5-8. Passar CP para execução

- Para identificar se está funcionando verifique o estado do Módulo através do visor alfanumérico, eles deve indicar que o CP está em execução (EX escrito no dois caracteres mais a esquerda do painel).
- Caso não tenha os módulos presentes ou tenha alguma anormalidade, os dois caracteres mais a direita do painel estarão piscando.
- Caso os caracteres mais a esquerda do visor estejam com as letras ER, isto indica que houve alguma situação que não permite que o CP funcione, para identificar a causa do problema clicar no botão de Informações e leia o capítulo Manutenção
- Na figura abaixo pode ser visto o botão e a tela de Informações, que indica no exemplo o modo de operação Erro e o motivo, Barramento sem terminação.

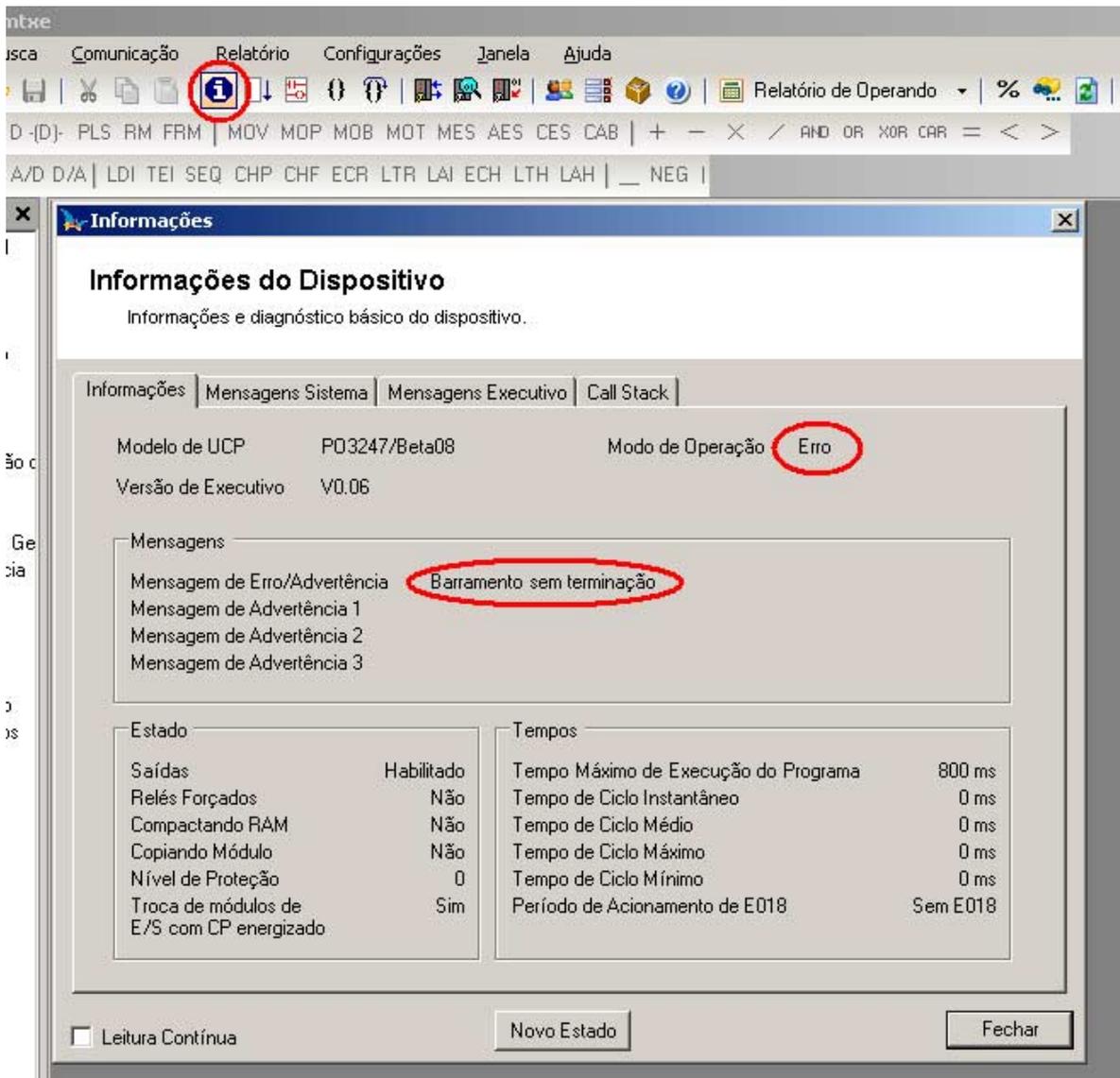



Figura 5-9. Informações do CP em erro de terminação

6. Manutenção

Ao longo da operação ou funcionamento do sistema, algumas anormalidades podem ser eventualmente encontradas pelo usuário. Os itens a seguir apresentam as anormalidades mais comuns e dão instruções sobre os procedimentos a serem tomados em cada caso.

Diagnósticos

Diagnósticos são mensagens que o sistema envia ao usuário relatando anormalidades. Existem duas formas de identificar situações de diagnóstico:

- via painel (visual): através de Visor e LEDs
- via operandos: através da monitoração de operandos de diagnósticos do CP

Diagnósticos via Painel

As UCPs da série PO3x47 possuem um Visor alfanumérico onde podem ser visualizados os estados de operação da UCP bem como identificar a presença de diagnósticos e visualizar mensagens de erro e de advertência. Além disso LEDs na parte superior de seu painel frontal indicam atividade da comunicação serial e estado de watchdog (S1, S2, S3 e WD). Os estados de operação e diagnósticos mostrados no visor assim como o significado dos LEDs do painel podem ser vistos na Tabela 2-1 e na Tabela 2-2.

Diagnósticos via Visor

Quando a CPU estiver acusando qualquer diagnóstico, será indicado nos caracteres C3 e C4 (ver Figura 2-2 e Tabela 2-2) dígitos do Visor a letra “d” e a quantidade de diagnósticos, respectivamente, ambos piscastes. Essa indicação pode acontecer em caso da presença de diagnósticos em modo Execução ou ainda quando a UCP passar para modo Erro e o motivo da entrada neste estado estiver dando origem ao diagnóstico.

Para visualização dos diagnósticos disponíveis ou a causa de erro é necessário pressionar a tecla DIAG do painel por 2s.

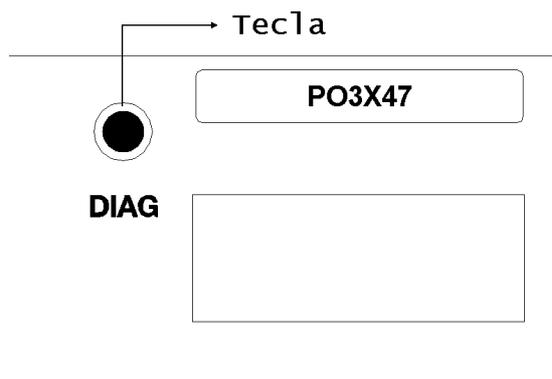



Figura 6-1. Tecla para Diagnóstico

A partir deste momento o visor deixará de mostrar o estado de operação e passará a exibir a mensagem do diagnóstico que está sendo gerado. Os caracteres deslizam no visor para que toda a mensagem possa ser mostrada. Para que toda a mensagem seja lida a cada 150ms o caracter C1 deixa o visor e os outros três são deslocados para a esquerda afim de criar um espaço no caracter C4 que permitirá a exibição da próxima letra da mensagem. Este mecanismo é representado na

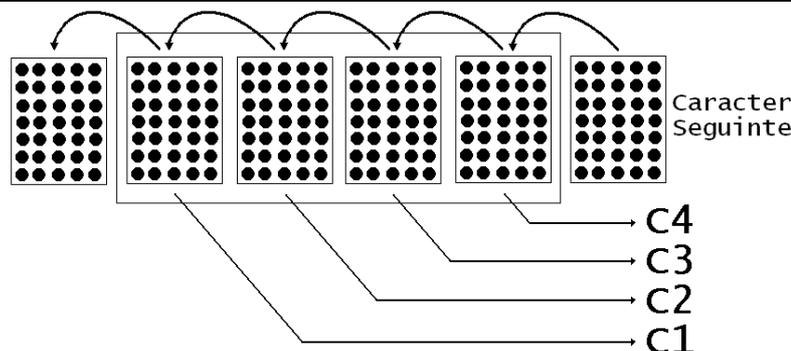



Figura 6-2. Exibição de mensagens de diagnóstico

Como apenas quatro caracteres são mostrados a cada instante este mecanismo permite ao usuário ler mensagens longas de forma fácil. Estas mensagens são as mesmas que podem ser acessadas via comando de informações no MasterTool Extended Edition. Contudo para serem exibidas não necessitam de um microcomputador para acessar os dados via serial ou ethernet. Esta característica agrega facilidade de manutenção em especial em aplicações que não possuam supervisão.

No caso do caracter C4 estar exibindo um número diferente de no momento do diagnóstico isto representa que mais de um diagnóstico esta presente. Todos os diagnósticos podem ser visualizados, bastando para isso que após o aparecimento da primeira mensagem se dê um toque curto na tecla DIAG. Esta ação fará com que as mensagens sejam alternadas. Se houver por exemplo três mensagens, o primeiro toque mostrará a segunda mensagem e o segundo toque mostrará a terceira mensagem. Se após isso o usuário der um novo toque curto a primeira mensagem voltará a ser mostrada.

Após qualquer mensagem de diagnóstico ter sido mostrada duas vezes, o CP volta ao modo de exibição padrão(modo operação). As mensagens são sempre iniciadas por um código numérico que representa o tipo do diagnóstico. Esse número é exibido durante 500ms até a mensagens comece a deslizar no visor. No final da mensagem todos os caracteres permanecem desligados.

Existem mensagens especiais de dois tipos:

- Mensagens que indicam erros ou problemas em módulos do barramento. Neste caso após a mensagem escrita como é mostrada no MasterTool ainda são mostradas as posições dos módulos do barramento que estão apresentando este problema. No caso da mensagem de módulo com diagnóstico a exibição seria: “209: Modulo com diagnostico 2”. O diagnóstico seria no módulo presente na posição 2 do barramento. Podem ser mostrados ainda diagnósticos para vários módulos sendo então separados pelos caracteres “,” e “e”.
- Mensagens que indicam erros ou problemas em módulos do programa aplicativo. Neste caso após a mensagem escrita como é mostrada no MasterTool ainda são mostrados os tipos e números dos módulos que estão apresentando problema. No caso da mensagem de chamada de módulo inexistente a exibição seria: “200: Chamada de modulo inexistente F1”. O diagnóstico seria no módulo de execução número 1. Podem ser mostrados diagnósticos para os tipos de módulos F e P. Podem ser mostrados ainda diagnósticos para vários módulos sendo então separados pelos caracteres “,” e “e”.

Configuração da Linguagem do Visor

Diagnósticos via Operandos

Além da visualização dos diagnósticos por meio de Visor e LEDs, o usuário pode obter informações sobre o sistema ou sobre os módulos através de operandos e de um sistema supervisório, IHM ou programa aplicativo. Existem dois tipos de diagnósticos, definidos a seguir:

- gerados pela UCP: são diagnósticos gerados pela UCP sobre o sistema e informações gerais sobre o barramento, como ausência ou não de módulos, de acordo com a configuração no MasterTool ProPonto;
- gerados pelos módulos do barramento: esses diagnósticos são apenas lidos pela UCP e disponibilizados para o usuário em operandos %M, onde cada módulo possui uma faixa específica de operandos. Esses diagnósticos fornecidos são específicos, sendo necessário consultar a CT do respectivo módulo para entender o seu significado.

Para obter maiores detalhes sobre a configuração dos operandos de diagnósticos, consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025).

Os diagnósticos fornecidos pelo sistema via operandos são apresentados a seguir. Mais adiante, cada um dos operandos e seus respectivos bytes serão apresentados.

Modelo da UCP

Com este diagnóstico, é possível identificar qual o modelo da UCP utilizada.

Versão Executivo

Informa a versão do software executivo. Esta informação é dividida em dois bytes, por exemplo: para o software executivo versão 1.37, o byte alto informará o valor 01H, e o byte baixo informará o valor 37H.

Configuração de Troca a Quente

Apresenta qual configuração de troca a quente foi definida (desabilitada, habilitada com consistência na partida ou habilitada sem consistência na partida).

Estado de Operação

Informa o estado em que a UCP se encontra (Inicialização, Execução, Ciclado, Programação ou Erro).

Diagnósticos Gerais

Permite identificar a ocorrência de situações diversas:

- **Barramento com módulo não declarado:** Há um ou mais módulos presentes no barramento que não foram declarados na configuração (verificar os bytes 18 .. 37 do diagnóstico para identificar qual módulo gerou a ocorrência).
- **Barramento com módulo ausente:** Há um ou mais módulos declarados na configuração que não estão sendo acessados. Isso ocorre quando o módulo é retirado em uma operação de troca a quente, quando não está alimentado ou está com defeito (verificar os bytes 18 .. 37 do diagnóstico para identificar qual módulo gerou a ocorrência).
- **Barramento com módulo trocado:** Há um ou mais módulos que estão diferentes da declaração (verificar os bytes 18 .. 37 do diagnóstico para identificar qual módulo gerou a ocorrência).
- **Barramento com módulo em erro de parâmetros:** Há um ou mais módulos que receberam parâmetros e não os estão utilizando ou que não receberam parâmetros e os estão exigindo (verificar os bytes 18 .. 37 do diagnóstico para identificar qual módulo gerou a ocorrência). Para identificar parâmetros errados, é necessário analisar os diagnósticos individuais de cada módulo.
- **Barramento com módulo em diagnóstico:** Há um ou mais módulos sinalizando diagnóstico. Para identificar qual módulo está gerando a ocorrência, é necessário analisar os diagnósticos individuais de cada módulo.
- **Saídas desabilitadas:** Todos os pontos de saídas estão desligados. Isso ocorre quando a UCP recebe um comando de desabilitação das saídas. Consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025) para obter mais informações.
- **Pontos de E/S forçados:** Há pontos de E/S forçados na UCP. Isso ocorre quando a UCP recebe um comando de forçamento. Consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025) para obter mais informações.

- **Movimentação de programa aplicativo:** Uma das seguintes operações está ocorrendo: carga de programa, leitura de programa, transferência de programa entre a RAM e a Flash, a Flash está sendo apagada, a RAM está sendo compactada, etc. Consulte o MasterTool Programming – Manual de Utilização (MU299025) para obter mais informações.

Diagnósticos de Hardware Geral

- **Perda de horário no relógio de tempo real:** O relógio de tempo real do CP perdeu o horário. Possivelmente, a bateria está descarregada ou não está inserida na base.
- **Bateria descarregada/sem bateria:** A bateria não possui mais carga para manter a retentividade e o relógio de tempo real do CP. Outra alternativa é que a bateria não esteja inserida na base.
- **Temperatura fora da faixa**: A temperatura a qual a UCP está submetida está fora da faixa de operação da mesma. O valor da temperatura medido está é apresentado em outro byte de diagnóstico.

Contadores de Erro do Canal Serial COM2 e COM3

- **Erros da serial COM2:** A cada erro ocorrido na comunicação serial, este contador é incrementado. Os tipos de erros computados neste contador são overrun, paridade e framming, ou seja, erros específicos de comunicação. Se este contador estiver sendo incrementado muitas vezes por ciclo, isso poderá indicar problemas na qualidade da linha de comunicação na serial COM2.
- **Erros da serial COM3:** A cada erro ocorrido na comunicação serial, este contador é incrementado. Os tipos de erros computados neste contador são overrun, paridade e framming, ou seja, erros específicos de comunicação. Se este contador estiver sendo incrementado muitas vezes por ciclo, isso poderá indicar problemas na qualidade da linha de comunicação na serial COM3.

Tempo Ciclo do CP

Informa o tempo de ciclo do CP (tempo do programa aplicativo), que pode ser médio, máximo, mínimo ou instantâneo.

Estado dos Módulos

Como se poderá ver na tabela geral dos bytes, logo a seguir, os bytes de diagnósticos 18 .. 37 representam os status dos módulos, podendo assumir valores individuais por módulo:

Estados do módulo				Descrição
0	0	0	0	Módulo na posição XX OK ou posição vazia
0	0	0	1	Módulo na posição XX foi encontrado no barramento e não está declarado
0	0	1	0	Módulo na posição XX não responde ou está ausente
0	0	1	1	Identificação do módulo na posição XX é diferente do programado
0	1	0	0	Módulo na posição XX está trancado
0	1	0	1	Erro de envio de parâmetros para módulo não parametrizável ou não envio de parâmetros para módulo parametrizável
0	1	1	0	O módulo na posição XX estava inativo na verificação anterior

Tabela 6-4. Estados dos módulos

Comunicações com Sucesso

- **Comunicação com Sucesso COM1:** A cada comunicação serial concluída com sucesso no protocolo ALNET I é incrementado este contador. O bit 7 do byte mais significativo permanece sempre zerado, indicando protocolo ALNET I Escravo.
- **Comunicação com Sucesso COM2:** A cada comunicação serial concluída com sucesso nos protocolos MODBUS Escravo ou ALNET I Escravo é incrementado este contador. O bit 7 do byte mais significativo indica qual protocolo está sendo executado.

- **Comunicação com Sucesso COM3:** A cada comunicação serial concluída com sucesso nos protocolos MODBUS Escravo ou ALNET I Escravo é incrementado este contador. O bit 7 do byte mais significativo indica qual protocolo está sendo executado.

Tipo de Instrução Inválida

Algumas instruções para UCPs Altus não são utilizadas nas UCPs PO3x47. Se um programa aplicativo que contenha instruções inválidas for carregado numa PO3x47, será apresentada a mensagem de advertência: Instrução Inválida no Programa.

Para facilitar a localização da instrução inválida, é apresentado em um byte de diagnóstico o código da instrução, conforme a tabela a seguir.

Código	Instrução Inválida
19	CES
20	MES
21	AES
39	A/D
40	D/A
41	ECR
42	LTR
43	LAI
44	ECH
45	LTH
46	LAH

Tabela 6-5. Instruções Inválidas

Temperatura interna

A UCP PO3x47 possui um termômetro digital utilizado para medir a temperatura interna de operação da mesma. A leitura é feita em um byte e mostrada em °C.

CRC do Conteúdo

CRC(Cyclic redundancy check) é uma técnica utilizada para checagem de consistência de dados. O software programador MasterTool Extended Edition executa um algoritmo para calcular o valor do CRC para cada um dos módulos do programa aplicativo. Além disso ele também calcula o CRC para o projeto, ou seja levando em conta todo o conteúdo dos módulos.

Este valor pode ser comparado com o valor calculado pela UCP e que é disponibilizado em operandos. Variações entre o CRC do dispositivo e do Projeto indicam que os mesmos não tem o mesmo conteúdo, ou seja, existe alguma parte do programa que não é igual no projeto e no que está gravado na UCP. Esta comparação não leva em conta as informações de data e hora de envio para UCP.

Versão do Coprocessador de Ladder

Informa a versão do coprocessador de Ladder(UPA). Esta informação é dividida em dois bytes, por exemplo: para o software executivo versão 1.10, o byte alto informará o valor 01H, e o byte baixo informará o valor 10H.

Os bytes de diagnósticos são disponibilizados ao usuário através de operandos %M, como falado anteriormente. Porém, cada %M possuem dois bytes, fazendo com que dois bytes de diagnósticos sejam apresentados por operando %M. Para identificação da “posição” do byte dentro do operando %M, lembramos que o byte par de diagnóstico representa os bits 8 a 15 do operando %M, enquanto o byte ímpar representa os bits 0 a 7. Na tabela abaixo vemos um exemplo, supondo que o primeiro operando de diagnóstico é o operando %M0000:

Operando	Bits do operando %M															
	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
%M0000	Byte 00								Byte 01							
%M0001	Byte 02								Byte 03							
%M0002	Byte 04								Byte 05							
%M0003	Byte 06								Byte 07							

Tabela 6-6. Posição dos bytes de diagnósticos nos operandos %M

A tabela a seguir apresenta todos os bytes dos operandos de diagnósticos:

Byte 0 - Modelo da UCP								**Descrição**
7	6	5	4	3	2	1	0	
1	1	0	0	1	0	1	0	PO3047
1	1	0	0	1	0	1	1	PO3147
1	1	0	0	1	1	0	0	PO3247
Byte 1 - Reservado								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Reservado
Byte 2 - Versão do Executivo H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte alto da versão do executivo
Byte 3 - Versão do Executivo L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte baixo da versão do executivo
Byte 4 - Configuração de Troca a Quente								**Descrição**
						0	0	Troca a quente desabilitada
						0	1	Habilita troca a quente sem consistência na partida
						1	0	Valor inválido
						1	1	Habilita troca a quente com consistência na partida
X	x	x	x	x	x			Reservado
Byte 5 - Estado de Operação								**Descrição**
0	0	1	0					Modo Ciclado
0	1	0	0					Modo Programação
1	0	0	0					Modo Execução
				x	x	x	x	Reservado
Byte 6 - Diagnósticos Gerais								**Descrição**
							0	Não há módulos não declarados no barramento
							1	Barramento com módulo não declarado
						0		Não há módulos ausentes no barramento
						1		Barramento com módulo ausente
					0			Não há módulos trocados no barramento
					1			Barramento com módulo trocado
				0				Não há módulos com erro nos parâmetros no barramento
				1				Barramento com módulo em erro de parâmetros
			0					Não há módulo em diagnóstico no barramento
			1					Barramento com módulo em diagnóstico
		0						Saídas habilitadas
		1						Saídas desabilitadas
	0							Não há pontos de E/S forçados
	1							Pontos de E/S forçados
0								Não há movimentação de programa aplicativo
1								Movimentação de programa aplicativo
Byte 7 - Diagnóstico Hardware Geral								**Descrição**
							1	Perda de horário no relógio de tempo real
							0	Dados no relógio não foram perdidos

						1		Bateria descarregada/Sem bateria
						0		Bateria OK
					0			Os valores dos operandos retentivos são válidos.
					1			Os operandos retentivos foram reinicializados devido a perda de dados da memória RAM.
				0				Microcontrolador inicializou com fonte de alimentação sem problemas
				1				Houve reset do microcontrolador por detecção de tensão de alimentação abaixo da nominal
			0					Temperatura ambiente inferior ao limite máximo de operação (menor que 60º C)
			1					Microcontrolador operando com temperatura ambiente acima da máxima permitida (maior que 60º C)
x	x	x						Reservado
Byte 8 - Contador de Erros COM2								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Erros da serial COM2
Byte 9 - Contador de Erros COM3								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Erros da serial COM3
Byte 10 - Tempo de Execução Médio H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução médio H
Byte 11 - Tempo de Execução Médio L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução médio L
Byte 12 - Tempo de Execução Máximo H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução máximo H
Byte 13 - Tempo de Execução Máximo L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução máximo L
Byte 14 - Tempo de Execução Mínimo H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução mínimo H
Byte 15 - Tempo de Execução Mínimo L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução mínimo L
Byte 16 - Tempo de Execução Instantâneo H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução instantâneo H
Byte 17 - Tempo de Execução Instantâneo L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Tempo de execução instantâneo L
Byte 18 - Estado dos Módulos 0-1								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 00
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 01
Byte 19 - Estado dos Módulos 2-3								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 02
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 03
Byte 20 - Estado dos Módulos 4-5								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 04
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 05
Byte 21 - Estado dos Módulos 6-7								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 06
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 07
Byte 22 - Estado dos Módulos 8-9								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 08
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 09
Byte 23 - Estado dos Módulos 10-11								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 10

				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 11
Byte 24 - Estado dos Módulos 12-13								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 12
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 13
Byte 25 - Estado dos Módulos 14-15								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 14
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 15
Byte 26 - Estado dos Módulos 16-17								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 16
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 17
Byte 27 - Estado dos Módulos 18-19								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 18
				x	x	x	x	Estado do módulo na posição 19
Byte 28 - Estado dos Módulos 20-21								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 20
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 21
Byte 29 - Estado dos Módulos 22-23								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 22
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 23
Byte 30 - Estado dos Módulos 24-25								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 24
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 25
Byte 31 - Estado dos Módulos 26-27								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 26
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 27
Byte 32 - Estado dos Módulos 28-29								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 28
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 29
Byte 33 - Estado dos Módulos 30-31								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 30
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 31
Byte 34 - Estado dos Módulos 32-33								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 32
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 33
Byte 35 - Estado dos Módulos 34-35								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 34
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 35
Byte 36 - Estado dos Módulos 36-37								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 36
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 37
Byte 37 - Estado dos Módulos 38-39								**Descrição**
x	x	x	x					Estado do módulo na posição 38
				x	x	X	x	Estado do módulo na posição 39
Byte 38 - Comunicações com Sucesso COM1 H								**Descrição**
0								Sempre zero (ALNET I Escravo)
	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM1 H
Byte 39 - Comunicações com Sucesso da COM1 L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM1 L
Byte 40 – Número de Comunicações com Sucesso COM2 H								**Descrição**
0								ALNET I Escravo

1								MODBUS Escravo
	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM2 H
Byte 41 – Número de Comunicações com Sucesso COM2 L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM2 L
Byte 42 – Número de Comunicações com Sucesso COM3 H								**Descrição**
0								ALNET I Escravo
1								MODBUS Escravo
	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM3 H
Byte 43 – Número de Comunicações com Sucesso COM3 L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Número de Comunicações com sucesso COM3 L
Byte 44 – Tipo de Instrução Inválida								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Código da instrução inválida do programa aplicativo
Byte 45 – Temperatura interna								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Temperatura interna do módulo em °C
Byte 46 – CRC do Projeto HH								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte HH do CRC do conteúdo dos módulos carregados na UCP
Byte 47 - CRC do Projeto HL								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte HL do CRC do conteúdo dos módulos carregados na UCP
Byte 48 - CRC do Projeto LH								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte LH do CRC do conteúdo dos módulos carregados na UCP
Byte 49 – CRC do Projeto LL								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte LL do CRC do conteúdo dos módulos carregados na UCP
Byte 50 – Versão do Coprocessador H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte alto da versão do Coprocessador de ladder (UPA)
Byte 51 – Versão do Coprocessador L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Byte baixo da versão do Coprocessador de ladder (UPA)
Bytes 52 - 69 – Reserva								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Reserva

Tabela 6-7. Diagnósticos do sistema em operandos

Diagnósticos de Redundância (somente para PO3247)

0 –19: geral

20 –39: contadores do estado primario

40 –59: contadores do estado backup

60 –69: comandos de troca de estado

70 –199: reserva

A tabela a seguir apresenta todos os bytes dos operandos de diagnósticos da redundância:

Byte 0 e 1– Reservado								**Descrição**
7	6	5	4	3	2	1	0	
x	x	x	x	x	x	x	x	Reserva para futura expansão
Byte 2 – Contador de ciclos H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Contador que incrementado a cada ciclo executado na UCP
Byte 3 - Contador de ciclos L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Contador que incrementado a cada ciclo executado na UCP
Byte 4 e 5– Reservado								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Reserva para futura expansão
Byte 6 - Reservado								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Sempre zeros
Byte 7 - Estado de redundância deste CP								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Desconfigurado
0	0	0	0	0	0	0	1	Primário
0	0	0	0	0	0	1	0	Backup
Byte 8 – Reservado								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Sempre zeros
Byte 9 - Estado de redundãncia do outro CP								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Desconfigurado
0	0	0	0	0	0	0	1	Primário
0	0	0	0	0	0	1	0	Backup
Byte 10 – Reservado								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Sempre zeros
Byte 11 - Estado de redundância deste CP no ciclo anterior								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Desconfigurado
0	0	0	0	0	0	0	1	Primário
0	0	0	0	0	0	1	0	Backup
Byte 12 - Reservado								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Sempre zeros
Byte 13 – Motivo do último Switchover								**Descrição (Não implementado)**
0	0	0	0	0	0	0	0	Não ocoreu switchover
0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	0	1	1	
0	0	0	0	0	1	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	0	0	1	0	
1	0	0	0	0	0	1	1	
1	0	0	0	0	1	0	0	
Bytes 14 - 21 - Reservado								**Descrição**

x	x	x	x	x	x	x	x	Reserva para futura expansão
Byte 22 – Contador falha no no envio comando de sincronismo H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 23 - Contador falha no envio comando de sincronismo L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 24 - Contador falha no comando de início de tranferencia H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 25 – Contador erros de falha no comando de inicio de tranferencia L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 26 - Contador de falhas no envio do flush final H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 27 - Contador de falhas no envio do flush final L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 28 - Contador de falha no envio de fim TX H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 29 - Contador de falha no envio de fim tx L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 30 - Contador timeout equalização H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 31 - Contador timeout equalização L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 32 – Contador timeout interrupção de buffer vazio H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 33 – Contador timeout interrupção de buffer vazio L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 34 - Contador timeout comando de sincrinismo H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 35 - Contador timeout comando de sincrinismo L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 36 - Contador de erro na redundância do primário H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 37 - Contador de erro na redundância do primário L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 38 e 39 – Reservado								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Reserva para futura expansão
Byte 40 – Contador de erro no comando de sincronismo backup H Backup								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 41 – Contador de erro no comando de sincronismo backup L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 42 – Contador de erro no comando de fim TX backup H								**Descrição**

x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 43 – Contador de erro no comando de fim TX backup L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 44 – Contador de erro no número de bytes de redundância do backup H								**Descrição**
X	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 45 – Contador de erro no número de bytes de redundância do backup L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 46 – Contador de erro na redundância do backup H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	X	x	
Byte 47 – Contador de erro na redundância do backup L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 48 – Contador de sucesso na redundância do backup H								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 49 – Contador de sucesso na redundância do backup L								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	
Byte 50- 59 – Reservado								
x	x	x	x	x	x	x	x	Reserva para futura expansão
Byte 60 – Reservado								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Sempre zeros
Byte 61 - Comandos Primário								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	1	Solicitação de switchover pela UCP primária
Byte 62 - Reservado								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	0	Sempre zeros
Byte 63 – Comandos Backup								**Descrição**
0	0	0	0	0	0	0	1	Solicitação de switchover pela UCP backup
Bytes 64 - 199 – Reservado								**Descrição**
x	x	x	x	x	x	x	x	Reserva para futura expansão

Tabela 6-1. Operandos de diagnóstico de redundância

Outras Situações de Erro

A tabela a seguir apresenta outras situações de erro que podem ser observadas nas UCPs.

Situação	Ação
Os LEDs S1, S2 e S3 não piscam quando se buscam informações do CP com o programador através de canal serial	- Verificar o modelo e as condições do cabo de interligação do microcomputador com a UCP. - Conferir se o canal de comunicação utilizado no microcomputador é o mesmo selecionado pelo programador. - Verificar o aterramento entre os equipamentos. - Caso o erro persista, provavelmente a porta serial do microcomputador ou do CP estão danificadas. - Substituir a UCP e utilizar outro microcomputador ou outra porta serial com o software programador.
Os LEDs S1, S2 e S3 piscam quando se buscam informações do CP com o software programador através deste canal serial, mas nenhuma resposta é retornada	- Verificar as condições do cabo de interligação do microcomputador com a UCP. - Verificar a velocidade de comunicação e a habilitação dos sinais de modem. Verificar se o canal está configurado como ALNET I. - Para protocolos diferentes do ALNET I, verificar as configurações. Persistindo o erro, substituir a UCP - Verificar a correta configuração do endereço de comunicação.
O LED DG em algum módulo de E/S está piscando	O LED DG dos módulos pode piscar em freqüências diferentes para indicar algum diagnóstico. Deve-se ler a CT do módulo para identificar o motivo do diagnóstico e solucioná-lo.
O LED DG em algum módulo de E/S não acende	Verificar as conexões de alimentação na CT do módulo correspondente.
Pontos de entrada ou saída analógica com leituras erradas	Verificar se os cabos e as instalações respeitam as especificações descritas na CT do módulo.

Tabela 6-10. Outras situações de erro

ATENÇÃO:
Se, após a execução desses procedimentos, o problema não for resolvido, recomenda-se anotar os procedimentos executados, substituir os equipamentos avariados e entrar em contato com o Departamento de Suporte da ALTUS para manutenção do sistema.

Para facilitar a análise de eventuais problemas ocorridos em situações de erro as UCPs PO3x47 disponibilizam eventos que podem ser acessados pelo usuário de forma a mapear o comportamento do sistema antes de apresentar problemas. Estão divididos em três tipos: mensagens do sistema, mensagens do executivo e call stack.

Mensagens de Sistema

O histórico de mensagens do sistema guarda todas as informações referentes a manutenção do CLP. Este log foi criado para auxiliar a detecção de problemas ocasionados por algum erro de operação.

ATENÇÃO:
Disponível somente através de comunicação serial, não é possível obter este diagnóstico via canal Ethernet.

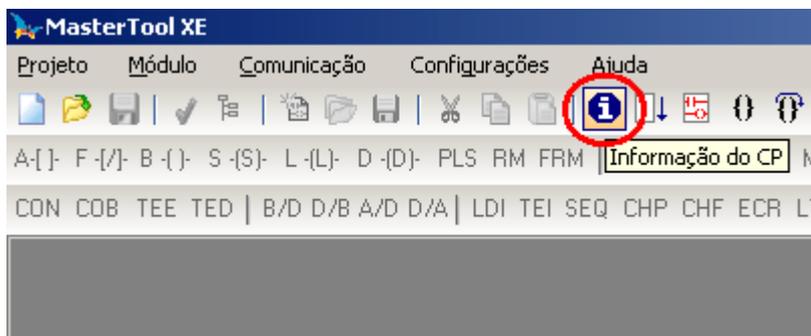
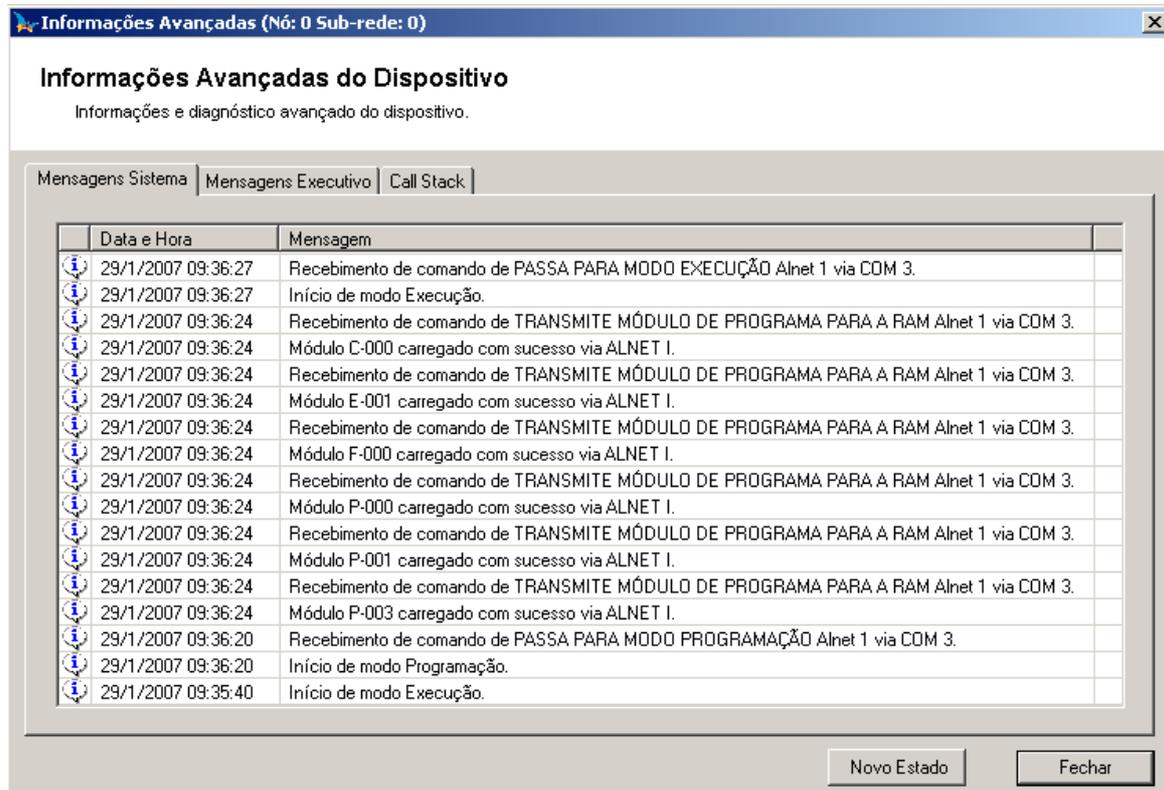
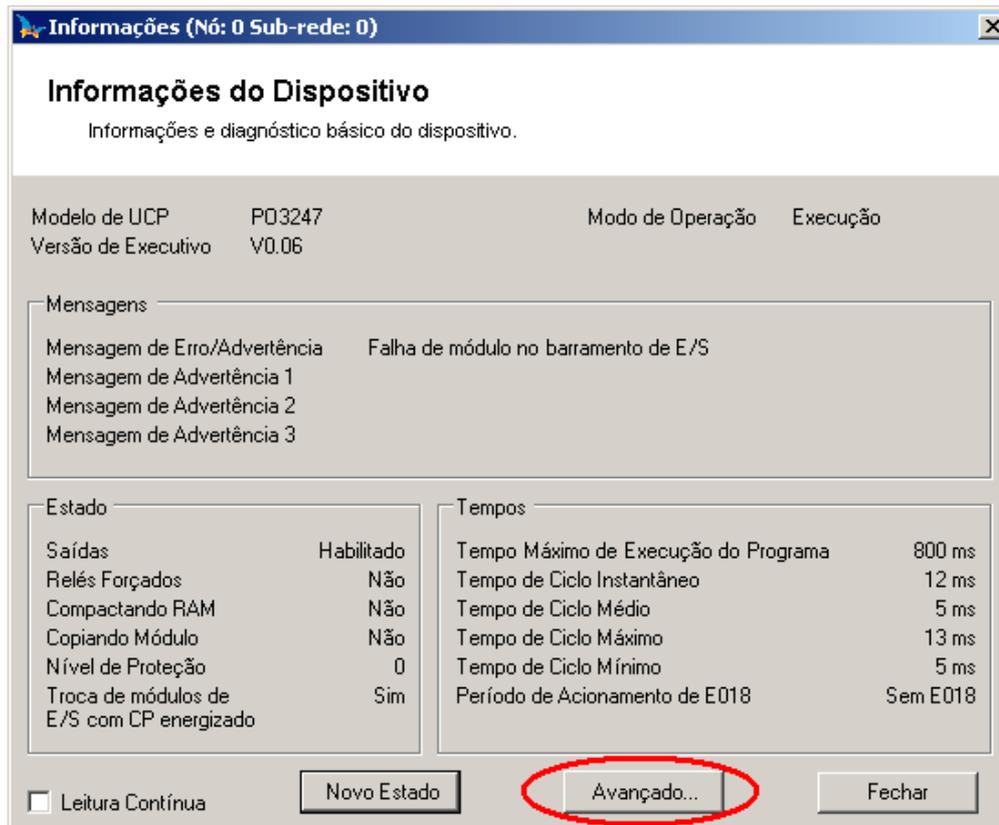
ATENÇÃO:
Quando estiver utilizando a configuração de redundância(somente disponível para PO3247) não será possível obter este diagnóstico na UCP backup. No caso de necessidade de consulta a UCP deve ser a primária ou estar no estado de Programação.

Este historico armazena até 128 operações (eventos) do usuário, junto com cada evento logado é informado a data e a hora da operação.

A tabela abaixo mostra as operações (eventos) armazenados por este histórico.

Evento
Mudança no modo de operação: execução, programação, ciclado, erro
Comando recebido
Carga de módulo e atualização de diretório - ALNET I/ALNET II
Diagnóstico em módulo
Falha em módulo
Inicialização do sstema
Bateria fraca ou falha de bateria
Bateria retornou ao estado OK
Perda de dados da memória retentiva e do relógio
Forçamento de operandos de E/S
Liberação de todos os operandos forçados
Remoção módulo de programa
Memória Flash apagada com sucesso
Falha na Rede PROFIBUS
Falha na Rede Ethernet
Falha no Mestre MODBUS
Acerto do relógio

Para se acessar as mensagens de sistema deve-se proceder da seguinte forma:

1) No software Master Tool XE requisitar informações do CP

2) Clicar sobre o botão "Avançado..."

É necessário ajustar préviamente o relógio do CLP, caso contrário o campo "Data e Hora" mostrará a mensagem "Data e Hora inválida"

Mensagens de Executivo

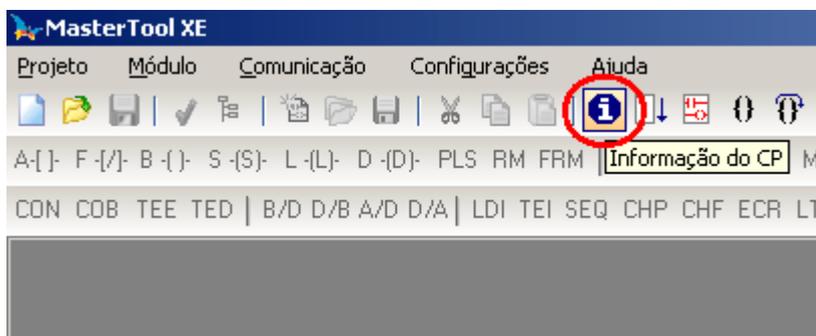
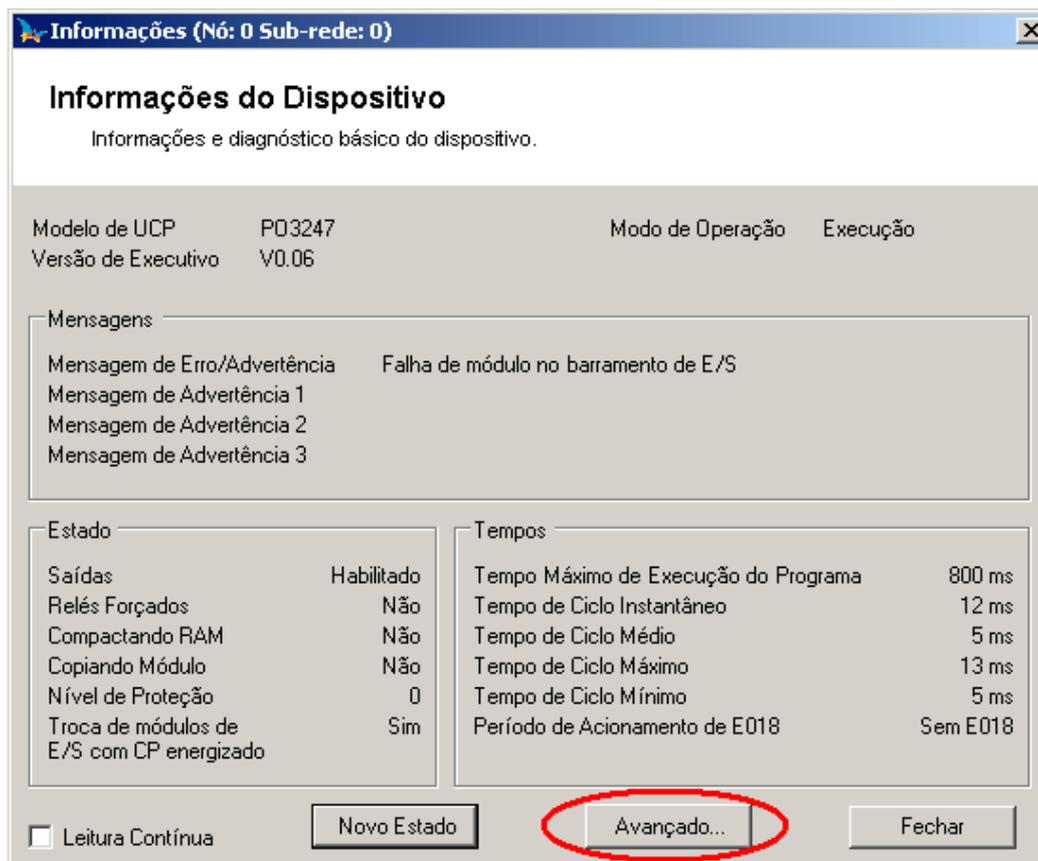
As mensagens de executivo são um histórico de chamadas das principais funções/rotinas do programa executivo do CP. Ele é voltado para os desenvolvedores do software básico do CP conseguirem rastrear de forma rápida e precisa qualquer comportamento anormal no equipamento. Seu sistema de armazenamento de dados funciona como uma fila circular, de modo que o evento mais novo substitui o mais antigo, tendo capacidade para 64 eventos.

Além da rotina/função chamada ou executada, também é exibido neste histórico a informação de tempo em milisegundos de cada evento logado, esta informação é útil para se calcular o tempo perdido em cada função/rotina no caso de alguma anormalidade no funcionamento do equipamento. O tempo em milisegundos exibido é uma informação que tem o valor entre 0 e 65535. Quando este tempo passa esse limite volta a 0.

ATENÇÃO: Disponível somente através de comunicação serial, não é possível obter este diagnóstico via canal Ethernet.

ATENÇÃO: Quando estiver utilizando a configuração de redundância(somente disponível para PO3247) não será possível obter este diagnóstico na UCP backup. No caso de necessidade de consulta a UCP deve ser a primária ou estar no estado de Programação.

Para se acessar as mensagens de executivo deve-se proceder da seguinte forma:

1) No software Master Tool XE requisitar informações do CP

2) Clicar sobre o botão "Avançado..."

3) Clicar sobre a aba “Mensagens de Executivo”

Call Stack

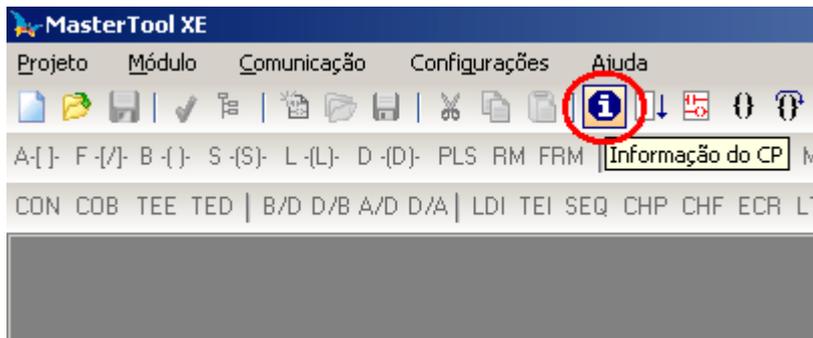
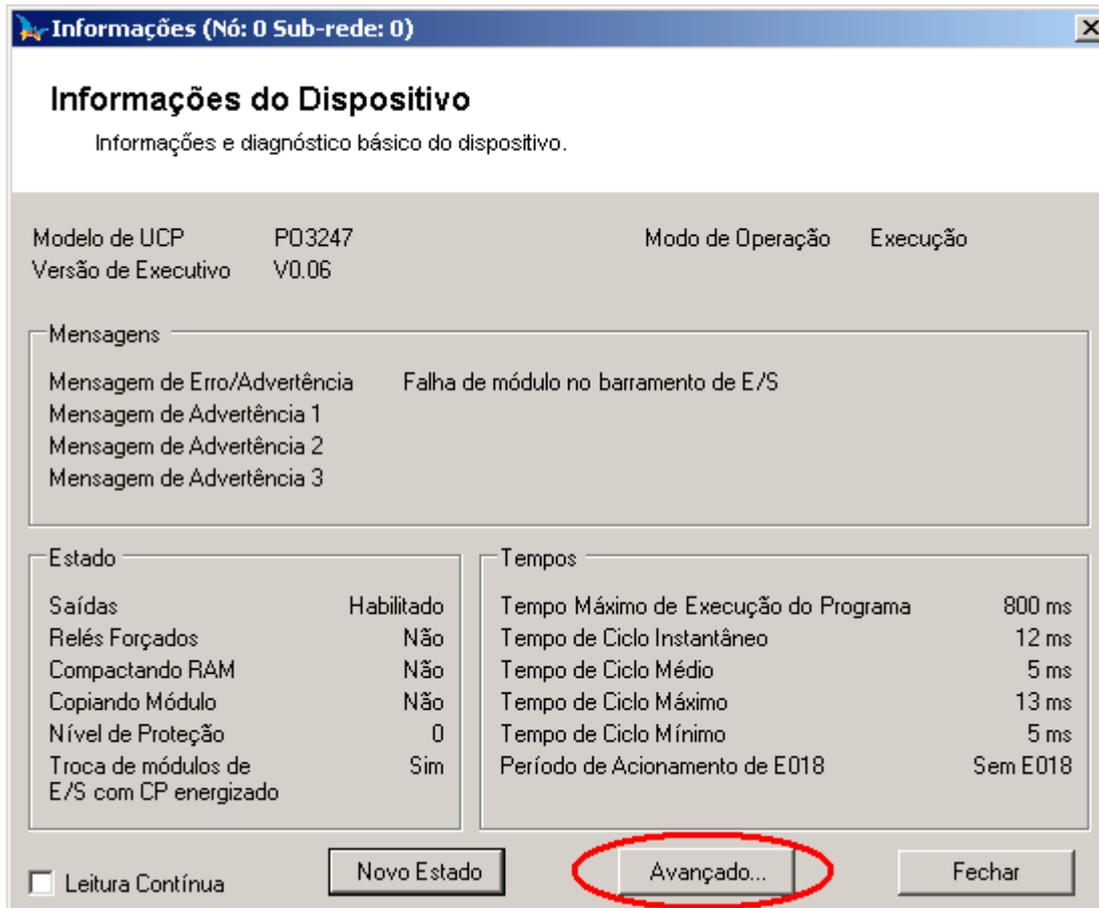
Este tipo de histórico de eventos informa ao usuário todos os módulos (E000, E001,E018, E020, F*.*, P*.*) do programa aplicativo(ladder) chamados no último ciclo de execução. Ele é apresentado em modo tree view sendo possível saber de qual módulo de programa partiu a chamada para o módulo seguinte.

ATENÇÃO: Disponível somente através de comunicação serial, não é possível obter este diagnóstico via canal Ethernet.

ATENÇÃO: Quando estiver utilizando a configuração de redundância(somente disponível para PO3247) não será possível obter este diagnóstico na UCP backup. No caso de necessidade de consulta a UCP deve ser a primária ou estar no estado de Programação.

Este histórico é útil para se diagnosticar um eventual problema no programa aplicativo, como um laço infinito, ou um salto para um ponto errado do programa.

Para acessar as informações do Call Stack deve-se proceder da seguinte forma:

1) No software Master Tool XE requisitar informações do CP

2) Clicar sobre o botão "Avançado..."

3) Clicar sobre a aba “Call Stack”

Nesta tela pode se observar a existência do botão “Novo Estado”, que atualiza todos os hstóricos de mensagens, e no caso do Call Stack, busca as informções do último ciclo.

Troca da Bateria

Uma bateria tem vida útil estimada de um ano ou mais, em função da temperatura ambiente. Como já foi visto anteriormente, a necessidade de troca da bateria é indicada por uma mensagem de advertência, que pode ser verificada utilizando o programador, ou através de diagnóstico no Visor do painel ou também nos operandos %M.

A troca deve ser efetuada conforme descrito a seguir.

1. Antes de iniciar a troca, visto que o sistema é sensível a cargas eletrostáticas, toque em algum objeto metálico aterrado, para evitar acidentes.
2. Abra a tampa do compartimento da bateria, situada na base do módulo. Para isso, desloque a tampa na direção indicada pela seta Open.
3. Retire a bateria, comprimindo a parte superior da mesma com a ponta do dedo, como indicado em (1) na figura a seguir (a bateria deslizará para baixo).
4. Posicione a nova bateria com a polaridade positiva (+) voltada para o lado externo da base. A bateria deve ser colocada deslizando-a de baixo para cima, conforme indicado em (2).

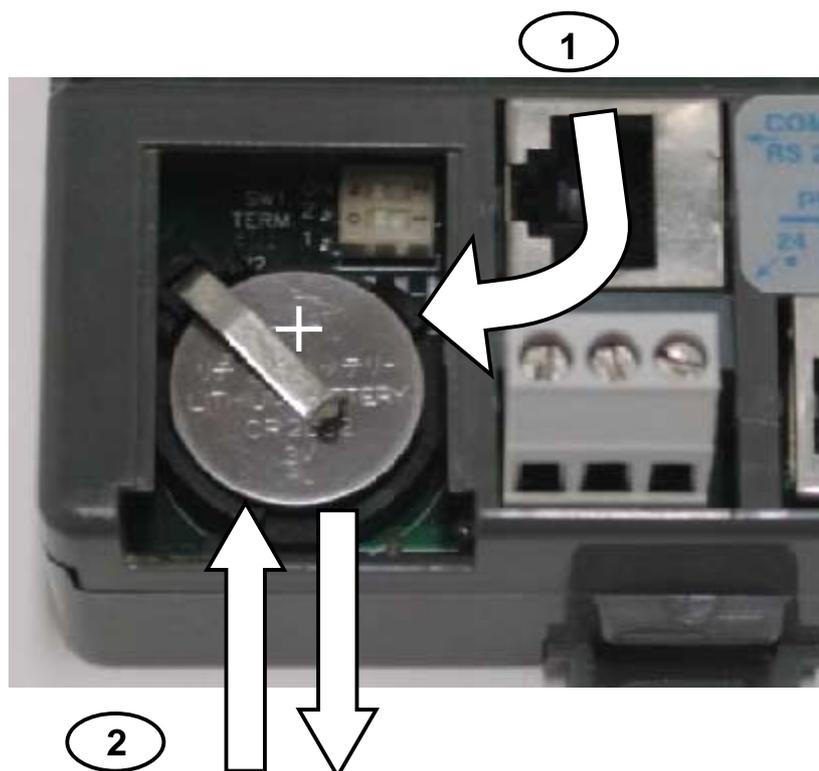



Figura 6-3. Troca da bateria

ATENÇÃO:
- Recomendamos a peça de reposição de código PO8530 para a troca de bateria.
- A UCP poderá estar energizada e em modo de execução durante a troca.

PERIGO:
A instalação da bateria com a polaridade invertida poderá causar a explosão da mesma e resultar em lesões ao usuário e danos ao produto.

Manutenção Preventiva

- Deve-se verificar, a cada ano, se os cabos de interligação estão com as conexões firmes, sem depósitos de poeira, principalmente os dispositivos de proteção.
- Em ambientes sujeitos a contaminação extrema, deve-se efetuar limpezas periódicas e preventivas no equipamento, retirando resíduos, poeira, etc.

CUIDADO:
Antes de qualquer manutenção, é importante descarregar eventuais potenciais estáticos acumulados no corpo. Para isso, toque (com as mãos nuas) em uma superfície metálica aterrada antes de manipular os módulos. Tal procedimento garante que os níveis de eletricidade estática suportados pelo módulo não serão ultrapassados.

7. Aplicações Especiais com Serial RS-232

Este capítulo descreve como os conectores seriais RS-232 (COM3) podem ser utilizados em aplicações especiais que exijam a utilização de sinais de controle (RTS, CTS, DTR e DSR), além dos sinais de dados normais (TXD e RXD).

Pinagem dos Conectores

A figura a seguir mostra a pinagem dos conectores do canal serial COM3 existente nas UCPs da série PO3x47.

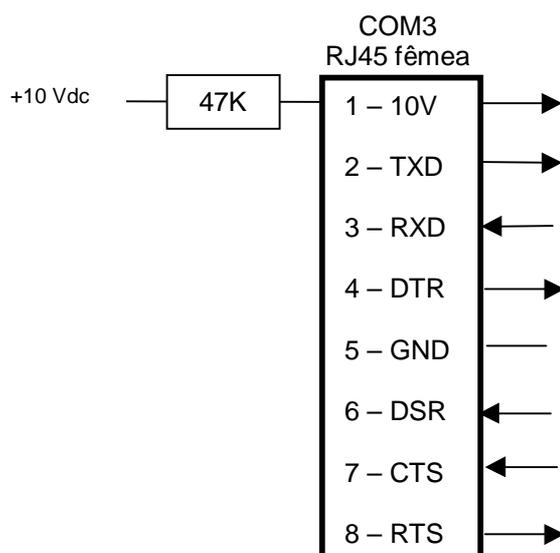



Figura 7-1. Pinagem do conector COM3

Com base na figura, pode-se observar:

- O canal COM3 é canal completo, pois também disponibiliza os sinais DTR e DSR.
- No canal COM3, o pino 1 está ligado a +10 Vdc através de um resistor de 47 K ohms.

Handshake de Hardware RTS/CTS em Modems Rádio

Um rádio geralmente tem sua portadora comutada (ligada) apenas quando está transmitindo, e desligada quando não está transmitindo. Isso ocorre pelos seguintes motivos:

- para economizar energia enquanto o rádio não estiver transmitindo
- para evitar o superaquecimento do transmissor (duty cycle <100%)
- para que outro rádio possa utilizar a mesma freqüência enquanto este não estiver transmitindo

Em transceptores de rádio manuais (walkie-talkies), por exemplo, normalmente existe um botão de PTT (push to talk) que o operador deve apertar antes de falar e soltar depois de ter falado. No caso de transmissão de dados via modems rádio, a saída RTS do CP deve ser utilizada para acionar o PTT do rádio e ligar a portadora. Depois de ligar o PTT, em tese, o CP poderia começar a transmitir os dados através de sua saída TXD. No entanto, na prática, existe um atraso de estabilização da portadora. Como resultado, ao acionar o RTS (PTT do rádio), a portadora é ligada, mas somente depois de

algum tempo a portadora se estabiliza e é reconhecida pelo(s) rádio(s) receptor(es). Este tempo varia de acordo com o modelo de cada modem rádio. Por fim, para que o CP saiba o momento em que pode iniciar a transmissão de dados (TXD), o modem rádio lhe devolve uma saída (CTS), que é ligada na entrada CTS do CP.

Portanto, o protocolo de transmissão de dados entre o CP e o modem rádio, chamado de handshake RTS/CTS, se estabelece da seguinte maneira:

1. Quando o CP deseja transmitir, ele liga sua saída RTS, que está ligada na entrada RTS do modem rádio. Deve-se observar que, no CP, RTS é uma saída, e no modem rádio, RTS é uma entrada.
2. Quando o modem rádio percebe que sua entrada RTS foi ligada, ele liga a portadora (PTT) e, depois de um tempo característico deste modelo de rádio, liga a saída de CTS.
3. Quando o CP percebe que sua entrada CTS foi ligada, ele inicia a transmissão de dados via saída TXD, ligada na entrada TXD do modem rádio. Deve-se observar que, no modem rádio, CTS é uma saída, e no CP, CTS é uma entrada, assim como o TXD, que é uma saída no CP e uma entrada no modem rádio.
4. Caso o CP não receba o retorno de CTS do modem rádio até 1 segundo depois de ter ligado sua saída de RTS solicitando a transmissão, o processo de transmissão é abortado, e um erro é sinalizado (timeout de CTS).
5. Caso o CP tenha recebido o retorno de CTS antes de 1 segundo, é iniciada a transmissão de dados via TXD. A saída de RTS é desligada assim que a transmissão de dados encerra.

O modem rádio, ao perceber o desligamento de sua entrada RTS, desliga sua portadora (PTT) e sua saída CTS.

A figura a seguir mostra o timming dos sinais RTS, CTS e TXD durante uma transmissão de dados. Além disso, o item DCD (detecção da portadora) ilustra o que acontece no sinal DCD de um rádio que está recebendo esta transmissão de dados. E o item RXD ilustra o que acontece no sinal RXD de um rádio que está recebendo esta transmissão de dados.

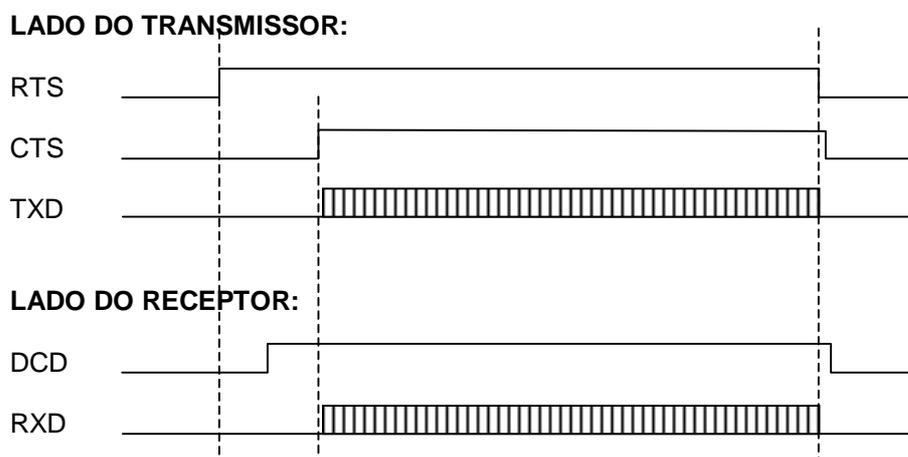



Figura 7-2. Timming dos sinais RTS, CTS e TXD

A figura seguinte ilustra como deve ser feita a conexão entre o CP e o modem rádio.

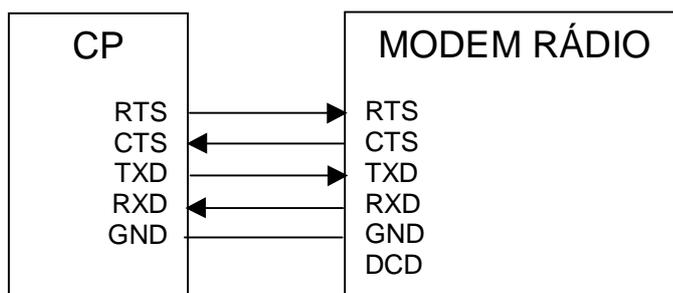



Figura 7-3. Conexão do CP com um modem rádio

ATENÇÃO:
Alguns modems rádio mais modernos e inteligentes dispensam a utilização do handshake RTS/CTS, uma vez que o cabo de interconexão com o CP torna o uso dos sinais RTS e CTS desnecessário. Esses modems rádio gerenciam automaticamente a ativação e desativação da portadora (PTT), analisando o sinal de dados (TXD). Este gerenciamento é feito através de microprocessador ou de outro circuito inteligente instalado no modem rádio.

Handshake de Hardware RTS/CTS em Conversores RS-485

Conversores RS-485 são instalados em barramentos onde dois ou mais equipamentos com interface RS-485 podem coexistir compartilhando um mesmo meio físico para transmissão e recepção. Sendo assim, somente um dos conversores pode estar transmitindo dados em um determinado instante, a fim de evitar a colisão de dados.

De maneira similar ao caso dos modems rádio, o sinal de RTS deve ser utilizado para habilitar o transmissor do modem RS-485. Enquanto o modem RS-485 não está transmitindo, deve manter seu transmissor desabilitado ou em “alta impedância”.

A diferença principal entre modems rádio e conversores RS-485 geralmente é o tempo de estabilização da portadora: nos modems, o tempo é considerável, da ordem de alguns milésimos de segundo; já no caso de conversores RS-485, assim que o sinal RTS é ativado já se pode iniciar a transmissão de dados via TXD. Isso dispensa o teste de CTS, necessário no caso de modems rádio.

No entanto, para não criar outro tipo de handshake, utiliza-se exatamente o mesmo handshake de RTS/CTS descrito para modems rádio. A maior parte dos conversores RS-485 ativa sua saída CTS imediatamente após receber sua entrada RTS, ou até interconecta seus pinos de RTS e CTS. Se o modem não tiver o pino de CTS, pode-se providenciar uma interconexão no cabo.

Existem dois métodos recomendados de interconexão entre o CP e um modem RS-485. A figura a seguir mostra esses dois métodos.

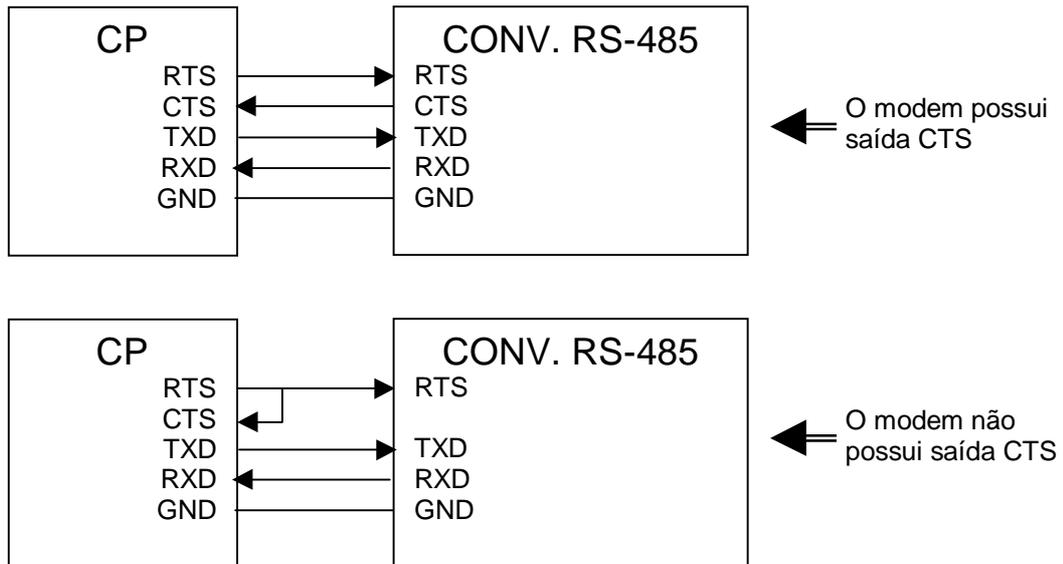



Figura 7-4. Conexão do CP com um conversor RS-485

A figura abaixo mostra o imming dos sinais RTS, CTS e TXD durante uma transmissão de dados.

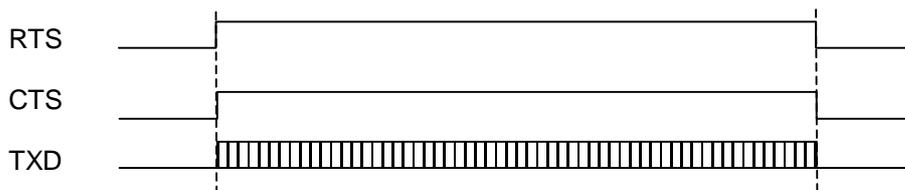



Figura 7-5. Timming dos sinais RTS, CTS e TXD

ATENÇÃO:
Alguns conversores RS-485 mais modernos e inteligentes dispensam a utilização do handshake RTS/CTS, uma vez que a interconexão com o CP torna o uso dos sinais RTS e CTS desnecessário. Esses conversores gerenciam automaticamente a ativação e desativação do driver de transmissão, analisando o sinal de dados (TXD). Este gerenciamento é feito através de microprocessador ou de outro circuito inteligente instalado no modem RS-485.

Verificação de Conexão em Modems de Linha Discada

Num modem para linha telefônica discada, o sinal de saída DCD pode ser utilizado para indicar que a conexão com outro modem (modem remoto) foi estabelecida.

O processo de discagem (ou conexão) pode ser efetuado pelo CP através da linha TXD (comandos AT). Depois de executar o processo de discagem, é importante que o CP saiba se a conexão foi estabelecida ou não. Além disso, durante a transmissão de dados, o CP deve saber se a conexão continua ativa ou se foi desativada por algum motivo. Finalmente, após a transmissão de dados, o processo de desconexão pode ser novamente efetuado pelo CP através da linha TXD (comandos AT).

Embora o CP não possua uma entrada DCD, o canal serial COM3 apresenta uma entrada DSR, que pode ser lida pelo CP. Desta forma, se a saída DCD do modem for conectada à entrada DSR do CP, o

CP poderá verificar a existência de uma conexão ativa. A figura a seguir mostra uma interconexão típica entre CP e modem para conexão via comandos AT, transmissão de dados, desconexão via comandos AT e verificação de conexão através do sinal DCD.

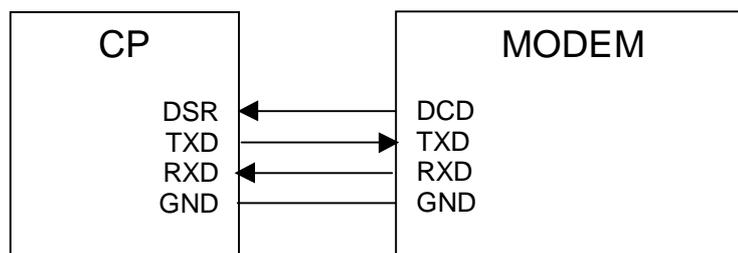



Figura 7-6. Interconexão típica entre o CP e um modem de linha discada

Discagem com DTR em Modems de Linha Discada

Conforme visto anteriormente, num modem para linha telefônica discada, os processos de conexão e desconexão normalmente são feitos através de comandos AT na linha TXD. Entretanto, para gerar esses comandos AT, é preciso que funções especiais sejam implementadas no CP.

Em casos mais simples, onde o CP deve discar para um número fixo, existe um procedimento de conexão e desconexão mais simples, disponível em diversos modems do mercado. Este método consiste em ligar a entrada DTR do modem para solicitar a conexão e desligá-la para forçar a desconexão.

A figura a seguir mostra uma interconexão típica entre o CP e um modem para conexão e desconexão via DTR e verificação de conexão através do sinal DCD (conforme descrito anteriormente).

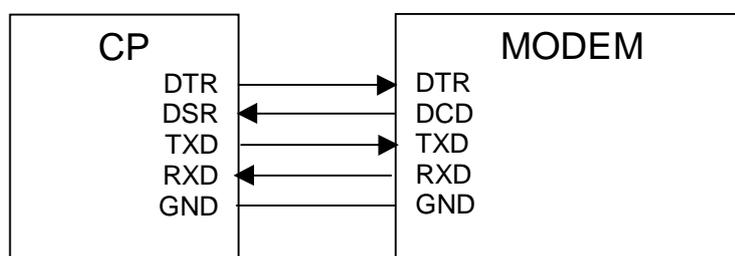



Figura 7-7. Interconexão típica entre o CP e um modem de linha discada via DTR

8. Glossário

Barramento	Conjunto de sinais elétricos agrupados logicamente com a função de transferir informação e controle entre diferentes elementos de um subsistema. Na Série Ponto, conjunto de módulos de E/S interligados a uma UCP ou cabeça de rede de campo.
Barramento local	Conjunto de módulos de E/S interligados a uma UCP.
Barramento remoto	Conjunto de módulos de E/S interligados a uma cabeça de rede de campo.
Base	Componente onde são inseridos os módulos de E/S, UCPs, fontes e demais módulos da Série Ponto.
Baud rate	Taxa com que os bits de informação são transmitidos através de uma interface serial ou rede de comunicação (medido em bits/segundo).
Bit	Unidade básica de informação, podendo estar no estado 0 ou 1.
Broadcast	Disseminação simultânea de informação a todos os nós interligados a uma rede de comunicação.
BT	Sigla para teste de bateria em inglês (battery test).
Byte	Unidade de informação composta por oito bits.
Cabeça de rede de campo	Módulo escravo de uma rede de campo. É responsável pela troca de dados entre seus módulos e um mestre de rede de campo.
Cabo da rede de campo	Cabo que conecta os nós de uma rede de campo, como a interface de rede de campo e a cabeça de rede de campo.
Cabo de expansão	Cabo que interliga os expansores de barramento.
Canal serial	Interface de um equipamento que transfere dados no modo serial.
Ciclo de varredura	Uma execução completa do programa aplicativo de um controlador programável.
Circuito de cão-de-guarda	Circuito eletrônico destinado a verificar a integridade do funcionamento de um equipamento.
Código chave mecânica	Dois dígitos definidos por meio de chaves mecânicas, programáveis na base com o objetivo de impedir a montagem de módulos não-compatíveis.
Código comercial	Código do produto, formado pelas letras PO, seguidas por quatro números.
Controlador programável	Também chamado de CP. Equipamento que realiza controle sob o comando de um programa aplicativo. É composto de uma UCP, uma fonte de alimentação e uma estrutura de E/S.
CP	Veja controlador programável.
CRC	São bits calculados e inseridos no frame de comunicação para garantir a sua integridade. O CRC é calculado pelo transmissor e conferido pelo receptor.
Default	Valor predefinido para uma variável, utilizado em caso de não haver definição.
Delay	Tempo de atraso. Inserido por uma varredura, dispositivo ou parte de um software.
Diagnóstico	Procedimento utilizado para detectar e isolar falhas. É também o conjunto de dados usados para tal determinação, que serve para a análise e correção de problemas.
E/S	Veja entrada/saída.
EIA RS-485	Padrão industrial (nível físico) para comunicação de dados.
Endereço da cabeça de rede de campo	É o endereço de um nó da rede de campo, ajustado na base do módulo da cabeça de rede de campo.
Endereço de módulo	Endereço pelo qual o CP realiza acessos a um determinado módulo de E/S.
Entrada/saída	Também chamado de E/S. Dispositivos de E/S de dados de um sistema. No caso de CPs, correspondem tipicamente a módulos digitais ou analógicos de entrada ou saída que monitoram ou acionam o dispositivo controlado.
EPROM	Significa Erasable Programmable Read Only Memory. É uma memória somente de leitura, apagável e programável. Não perde seu conteúdo quando desenergizada.
ER	Sigla usada para indicar erro nos LEDs.
Escravo	Equipamento ligado a uma rede de comunicação que só transmite dados se for solicitado por outro equipamento denominado mestre.
Estação de supervisão	Equipamento ligado a uma rede de CPs ou instrumentação com a finalidade de monitorar ou controlar variáveis de um processo.
Expansor de barramento	Módulo que interliga um segmento de barramento em outro
Fiação de campo	Cabos que conectam sensores, atuadores e outros dispositivos do processo/máquina nos módulos de E/S da Série Ponto.
Flash EPROM	Memória não-volátil, que pode ser apagada eletricamente.
Freeze	Em redes PROFIBUS, é o estado da rede quando os dados das entrada são congelados.
Gateway	Equipamento para a conexão de duas redes de comunicação com diferentes protocolos.
GBL	Barramento local dos módulos da Série Ponto.
Hardware	Equipamentos físicos usados em processamento de dados onde normalmente são executados programas (software).

IHM Interface homem-máquina, dispositivo utilizado para a visualização e/ou entrada de comandos.

Interface Dispositivo que adapta elétrica e/ou logicamente a transferência de sinais entre dois equipamentos.

Interface de rede de campo Módulo mestre de redes de campo, localizado no barramento local e destinado a fazer a comunicação com cabeças de rede de campo.

Interrupção Evento com atendimento prioritário que temporariamente suspende a execução de um programa e desvia para uma rotina de atendimento específica

ISOL. Sigla usada para indicar isolado ou isolamento.

kbytes Unidade representativa de quantidade de memória. Representa 1024 bytes.

Ladder Ver linguagem de relés e blocos Altus.

LED Sigla para light emitting diode. É um tipo de diodo semicondutor que emite luz quando estimulado por eletricidade. Utilizado como indicador luminoso.

Linguagem Assembly Linguagem de programação do microprocessador, também conhecida como linguagem de máquina.

Linguagem de programação Um conjunto de regras e convenções utilizado para a elaboração de um programa.

Linguagem de relés e blocos Altus Conjunto de instruções e operandos que permitem a edição de um programa aplicativo para ser utilizado em um CP.

Lógica Matriz gráfica onde são inseridas as instruções de linguagem de um diagrama de relés que compõe um programa aplicativo. Um conjunto de lógicas ordenadas seqüencialmente constitui um módulo de programa.

MasterTool Identifica o programa Altus para microcomputador, executável em ambiente WINDOWS®, que permite o desenvolvimento de aplicativos para os CPs das séries Ponto, Piccolo, AL-2000, AL-3000 e Quark. Ao longo do manual, este programa é referido pela própria sigla ou como programador MasterTool.

Menu Conjunto de opções disponíveis e exibidas por um programa no vídeo e que podem ser selecionadas pelo usuário a fim de ativar ou executar uma determinada tarefa.

Mestre Equipamento ligado a uma rede de comunicação de onde se originam solicitações de comandos para outros equipamentos da rede.

Módulo (referindo-se a hardware) Elemento básico de um sistema completo que possui funções bem definidas. Normalmente é ligado ao sistema por conectores, podendo ser facilmente substituído.

Módulo (referindo-se a software) Parte de um programa aplicativo capaz de realizar uma função específica. Pode ser executado independentemente ou em conjunto com outros módulos, trocando informações através da passagem de parâmetros.

Módulo C Veja módulo de configuração.

Módulo de configuração Também chamado de módulo C. É um módulo único em um programa de CP que contém diversos parâmetros necessários ao funcionamento do controlador, tais como a quantidade de operandos e a disposição dos módulos de E/S no barramento.

Módulo de E/S Módulo pertencente ao subsistema de entradas e saídas.

Módulo E Veja módulo execução.

Módulo execução Módulo que contém o programa aplicativo, podendo ser de três tipos: E000, E001 e E018. O módulo E000 é executado uma única vez, na energização do CP ou na passagem de programação para execução. O módulo E001 contém o trecho principal do programa que é executado ciclicamente, enquanto que o módulo E018 é acionado por interrupção de tempo.

Módulo F Veja módulo função.

Módulo função Módulo de um programa de CP que é chamado a partir do módulo principal (módulo E) ou a partir de outro módulo função ou procedimento, com passagem de parâmetros e retorno de valores. Atua como uma sub-rotina.

Módulo P Veja módulo procedimento.

Módulo procedimento Módulo de um programa de CP que é chamado a partir do módulo principal (módulo E) ou a partir de outro módulo procedimento ou função, sem a passagem de parâmetros.

Nibble Unidade de informação composta por quatro bits.

Nó ou nodo Qualquer estação de uma rede com capacidade de comunicação utilizando um protocolo estabelecido.

Octeto Conjunto de oito bits numerados de 0 a 7.

Operandos Elementos sobre os quais as instruções atuam. Podem representar constantes, variáveis ou um conjunto de variáveis.

PC Sigla para programmable controller. É a abreviatura de controlador programável em inglês.

Programa aplicativo É o programa carregado em um CP, que determina o funcionamento de uma máquina ou processo.

Programa executivo Sistema operacional de um controlador programável. Controla as funções básicas do controlador e a execução de programas aplicativos.

Protocolo Regras de procedimentos e formatos convencionais que, mediante sinais de controle, permitem o estabelecimento de uma transmissão de dados e a recuperação de erros entre equipamentos.

RAM Sigla para random access memory. É a memória onde todos os endereços podem ser acessados diretamente de forma aleatória e com a mesma velocidade. É volátil, ou seja, seu conteúdo é perdido quando o equipamento é desenergizado, a menos que se possua uma bateria para a retenção dos valores.

Rede de comunicação Conjunto de equipamentos (nós) interconectados por canais de comunicação.

Rede de comunicação Rede de comunicação onde a transmissão e a recepção de informações entre os diversos nós é garantida

determinística com um tempo máximo conhecido.

Rede de comunicação mestre-escravo Rede de comunicação onde as transferências de informações são iniciadas somente a partir de um único nó (mestre da rede) ligado ao barramento de dados. Os demais nós da rede (escravos) apenas respondem quando solicitados.

Rede de comunicação multimestre Rede de comunicação onde as transferências de informações são iniciadas por qualquer nó ligado ao barramento de dados.

Ripple Ondulação presente em tensão de alimentação contínua.

RX Sigla usada para indicar recepção serial.

Segmento de barramento Parte de um barramento. Um barramento local ou remoto pode ser dividido em, no máximo, quatro segmentos de barramento.

Software Programas de computador, procedimentos e regras relacionadas à operação de um sistema de processamento de dados.

Soquete Dispositivo no qual se encaixam circuitos integrados ou outros componentes, facilitando a substituição dos mesmos e simplificando a manutenção.

Sub-rede Segmento de uma rede de comunicação que interliga um grupo de equipamentos (nós) com o objetivo de isolar o tráfego local ou utilizar diferentes protocolos ou meio físicos.

Subsistema de E/S Conjunto de módulos de E/S digitais ou analógicos e interfaces de um controlador programável.

Supercap Capacitor que auxilia a bateria a manter a memória e relógio. O Supercap permite que a UCP possa ser retirada de sua base por pelo menos 2 horas sem que o conteúdo da memória ou o tempo/calendário sejam perdidos.

Tag Nome associado a um operando ou a uma lógica que permite uma identificação resumida de seu conteúdo.

Terminação de barramento Componente que deve ser conectado no último módulo de um barramento.

Time-out Tempo preestabelecido máximo para que uma comunicação seja completada. Se for excedido procedimentos de retentativa ou diagnóstico serão ativados.

Trilho Elemento metálico com perfil normalizado segundo a norma DIN50032, também chamado de trilho TS35.

Troca a quente Procedimento de substituição de módulos de um sistema sem a necessidade de desenergização do mesmo. Normalmente utilizado em trocas de módulos de E/S.

TX Sigla usada para indicar transmissão serial.

UCP Sigla para unidade central de processamento. Controla o fluxo de informações, interpreta e executa as instruções do programa e monitora os dispositivos do sistema.

WD Sigla para cão-de-guarda em inglês (watchdog). Veja circuito de cão-de-guarda.

Word Unidade de informação composta por 16 bits.